

特開平8-78183

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 F 3/04

H 0 1 T 23/00

識別記号

D 9470-5G

8835-5G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号

特願平6-211399

(22) 出願日

平成6年(1994)9月5日

(71) 出願人 000106900

シシド静電気株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目4番1号 丸
ノ内ビルディング内

(72) 発明者 原田 隆

神奈川県横浜市鶴見区元宮1-10-8 シ
シド静電気株式会社横浜工場内

(72) 発明者 菅野 功

神奈川県横浜市鶴見区元宮1-10-8 シ
シド静電気株式会社横浜工場内

(72) 発明者 和泉 健吉

神奈川県横浜市鶴見区元宮1-10-8 シ
シド静電気株式会社横浜工場内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 辰彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 除電装置

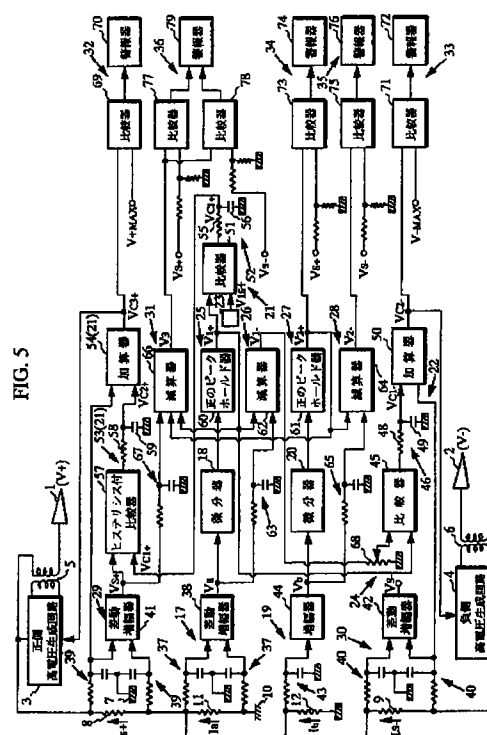
(57) 【要約】

【目的】 除電に寄与する正負のイオンを生成する正側及び負側有効除電電流を検出し、それにより除電に寄与する正負のイオンの生成を制御する。

【構成】 外部接地用抵抗11の電圧により正側及び負側有効除電電流の差分の電流I_aを検出する手段17と、電流I_aの時間的変化率dI_a/dtを求める手段18と、各放電電極1, 2に付与する高電圧V₊, V₋をその全体的変化が緩やかなものとなるように制御しつつ高電圧V₊に微小時間づつ繰り返し微小変動を生ぜしめる手段21, 22と、正側有効除電電流I₁₊を次式により求める手段25と、有効除電電流I₁₊から電流I_aを減算して負側有効除電電流を求める手段26とを備える。求めた有効除電電流が設定値に合致するように高電圧V₊, V₋を全体的に緩やかに増減させることで、除電に寄与する正負のイオンのバランスをとる。

【数1】

$$I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right)$$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した導電材料から成る筐体とを備えた除電装置において、
前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を互いに接続せしめると共に、その接続部を前記筐体の外部の外部接地部に外部接地用抵抗を介

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の変化量 (ΔV_+ , ΔV_-) が
 $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ $\dots\dots (2)$
の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_+ / \frac{dV_+}{dt}) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_- / \frac{dV_-}{dt}) \quad \dots\dots (4)$$

の関係式を用いて求める第 1 の有効除電電流検出手段と、
他方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) と前記第 1 の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流 (I_{1+}) 又は負側有効除電電流 (I_{1-}) とから減算演算又は加算演算により求める第 2 の有効除電電流検出手段とを備え、
各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする除電装置。

【請求項 2】前記両トランスの二次側コイルの接地端の接続部に前記筐体を筐体接地用抵抗を介して接続し、

して接続し、さらに、両トランスの二次側コイルの接地端の接続部に前記筐体を接続し、
各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) を前記外部接地用抵抗に生じる電圧により検出する有効電流差分検出手段と、
前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の時間的変化率 (dV_+ / dt 及び dV_- / dt) が

【数 1】

前記微小時間内において前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a / dt) を求める微分手段と、
前記両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の一方の有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) を

【数 2】

各放電電極の放電時に流れる電流のうち、正側放電電極及び負側放電電極と前記筐体との間でそれぞれ流れる正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 及び負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) を前記筐体接地用抵抗に生じる電圧により検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段と、
前記微小時間内において前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) の差 (I_b) の時間的変化率 (dI_b / dt) を求める第 2 の微分手段と、
前記両電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) の一方の電極・筐体間無効電流 (I_{1+} 又は I_{2-}) を

【数 3】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2+} = \frac{dI_b}{dt} \cdot (V_+ / \frac{dV_+}{dt}) \quad \dots\dots (5)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2-} = - \frac{dI_b}{dt} \cdot (V_- / \frac{dV_-}{dt}) \quad \dots\dots (6)$$

の関係式を用いて求める第1の電極・筐体間無効電流検出手段と他方の電極・筐体間無効電流（ I_{2-} 又は I_{2+} ）を、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の差（ $I_b = I_{2+} - I_{2-}$ ）と前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段により得られた正側電極・筐体間無効電流（ I_{2+} ）又は負側電極・筐体間無効電流（ I_{2-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の電極・筐体間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載の除電装置。

【請求項3】少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流（ I_{S+} 又は I_{S-} ）を検出する放電電流検出手段と、

該放電電流検出手段により得られた全放電電流（ I_{S+} 又は I_{S-} ）からこれに対応する前記有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）及び電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 又は I_{2-} ）を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流（ I_3 ）を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする請求項2記載の除電装置。

【請求項4】正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側

トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した導電材料から成る筐体とを備えた除電装置において、

前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を直列に接続された一対の外部接地用抵抗を介して互いに接続すると共に、両外部接地用抵抗の中心を前記筐体の外部の外部接地部に接続し、さらに、少なくとも一方のトランスの二次側コイルの接地端と前記外部接地用抵抗との接続部に前記筐体を接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流（ I_{1+} ）及び負側有効除電電流（ I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）を前記一対の外部接地用抵抗にそれぞれ生じる電圧の差により検出する有効電流差分検出手段と、

前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の時間的変化率（ dV_+/dt 及び dV_-/dt ）が

【数4】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ 又は } \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の変化量（ ΔV_+ 、 ΔV_- ）が

$$\Delta V_+ \ll V_+ \text{ 及び } \Delta V_- \ll V_- \quad \dots\dots (2)$$

の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、

前記微小時間内において前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ I_a ）の時間的変化率（ dI_a/dt ）を求める微分手段と、前記両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の一方の有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）を

【数5】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_+ / \frac{dV_+}{dt}) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_- / \frac{dV_-}{dt}) \quad \dots\dots (4)$$

の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、

他方の有効除電電流（ I_{1-} 又は I_{1+} ）を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の

I_{1-} の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) と前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流 (I_{1+}) 又は負側有効除電電流 (I_{1-}) とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段とを備え、各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする除電装置。

【請求項5】前記両トランスの二次側コイルの接地端と前記一対の外部接地用抵抗との接続部にそれぞれ各別の筐体接地用抵抗を介して前記筐体を接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、正側放電電極

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2+} = \frac{dI_b}{dt} \cdot (V_+ / \frac{dV_+}{dt}) \quad \dots\dots (5)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2-} = - \frac{dI_b}{dt} \cdot (V_- / \frac{dV_-}{dt}) \quad \dots\dots (6)$$

の関係式を用いて求める第1の電極・筐体間無効電流検出手段と、

他方の電極・筐体間無効電流を、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) と前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段により得られた正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 又は負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) とから減算演算又は加算演算により求める第2の電極・筐体間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする請求項4記載の除電装置。

【請求項6】少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出する放電電流検出手段と、

該放電電流検出手段により得られた全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) からこれに対応する前記有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) 及び電極・筐体間無効電流 (I_{2+} 又は I_{2-}) を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流 (I_3) を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする請求項5記載の除電装置。

【請求項7】正側放電電極及び負側放電電極と、各放電

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ 又は } \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の変化量 (ΔV_+ , ΔV_-) が

$$\Delta V_+ \ll V_+ \text{ 及び } \Delta V_- \ll V_- \quad \dots\dots (2)$$

の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、

及び負側放電電極と前記筐体との間でそれぞれ流れる正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 及び負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) を前記各筐体接地用抵抗に生じる電圧の差により検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段と、

前記微小時間内において前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流

(I_{2+} , I_{2-}) の差 (I_b) の時間的変化率 (dI_b/dt) を求める第2の微分手段と、

前記両電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) の一方の電極・筐体間無効電流 (I_{2+} 又は I_{2-}) を

【数6】

電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した絶縁材料から成る筐体とを備えた除電装置において、

前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を互いに接続せしめると共に、その接続部を前記筐体の外部の外部接地部に外部接地用抵抗を介して接続し、

各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) を前記外部接地用抵抗に生じる電圧により検出する有効電流差分検出手段と、

前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の時間的変化率 (dV_+/dt 及び dV_-/dt) が

【数7】

前記微小時間内において前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) を求める微分手段と、前記両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の一方の有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) を

【数8】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、}$$

$$I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、}$$

$$I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (4)$$

の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、
 他方の有効除電電流（ I_{1-} 又は I_{1+} ）を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）と、前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流（ I_{1+} ）又は負側有効除電電流（ I_{1-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段を備え、
 各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする除電装置。

【請求項8】正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電

電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した絶縁材料から成る筐体とを備えた除電装置において、

前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を直列に接続された一対の外部接地用抵抗を介して互いに接続すると共に、両外部接地用抵抗の midpoint を前記筐体の外部の外部接地部に接続し、
 各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流（ I_{1+} ）及び負側有効除電電流（ I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）を前記一対の外部接地用抵抗に生じる電圧の差により検出する有効電流差分検出手段と、

前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の時間的変化率（ dV_+/dt 及び dV_-/dt ）が

【数9】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の変化量（ ΔV_+ 、 ΔV_- ）が
 $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ …… (2)
 の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、

前記微小時間内において前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ I_a ）の時間的変化率（ dI_a/dt ）を求める微分手段と、
 前記両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の一方の有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）を

【数10】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、}$$

$$I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、}$$

$$I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (4)$$

の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、
 他方の有効除電電流（ I_{1-} 又は I_{1+} ）を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）と前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流（ I_{1+} ）又

は負側有効除電電流（ I_{1-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段を備え、
 各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする除電装置。

【請求項 9】少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{s+} 又は I_{s-})を検出する放電電流検出手段と、

該放電電流検出手段により得られた全放電電流 (I_{s+} 又は I_{s-})から前記有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-})を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流 (I_g)を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の除電装置。

【請求項 10】前記各高電圧生成回路は、前記高電圧制御手段から与えられる正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値に応じた高電圧 (V_+ 、 V_-)を生成する回路であって、

前記高電圧制御手段は、前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値を前記微小時間を含む小時間内において略一定として生成する正側指示値生成手段及び負側指示値生成手段と、

該正側指示値生成手段又は負側指示値生成手段により生成された正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値に微小変動を前記微小時間づつ繰り返し生ぜしめる指示値加工手段とを備え、

該指示値加工手段により微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値をこれに対応する高電圧生成回路に付与すると共に、他の高電圧指示値をこれに対応する高電圧生成回路に前記負側指示値生成手段又は正側指示値生成手段から付与することにより、前記

(1)、(2)の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の除電装置。

【請求項 11】前記指示値加工手段による前記正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値の微小変動は、前記

(3)、(4)の関係式における正側高電圧 (V_+)とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値又は負側高電圧 (V_-)とその時間的変化率 dV_-/dt との比の値が一定となる指数関数的微小変動であり、

前記第 1 の有効除電電流検出手段は、前記 (3)、

(4)の関係式における前記比の値を一定値として、前記微分手段により得られた前記時間的変化率 (dI_a/dt)により前記正側有効除電電流 (I_{1+})又は負側有効除電電流 (I_{1-})を求めることを特徴とする請求項 10 記載の除電装置。

【請求項 12】前記正側指示値生成手段及び負側指示値生成手段は、前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値をこれに対応したレベルの指示値信号として生成し、前記指示値加工手段は、抵抗及びコンデンサから成る時定数回路を用いて前記指示値信号のレベルに指数関数的微小変動を生ぜしめることを特徴とする請求項 11 記載の除電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、帯電体の除電を行う除

電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】帯電体の除電を行う除電装置は、例えば正側放電電極に正側高電圧生成回路から正側トランスを介して正の高電圧を付与すると共に、正側放電電極と並設された負側放電電極に負側高電圧生成回路から負側トランスを介して負の高電圧を付与し、これにより各放電電極を放電させて正負のイオンを大気中に生成し、その正負の生成イオンにより帯電体を除電する。かかる除電装置にあっては、各高電圧生成回路やトランスは、金属等の導体材料あるいはプラスチック等の絶縁材料から成る筐体に収納され、その筐体から各放電電極が外方に突出される。また、筐体の内部に収納した高電圧生成回路やトランス等の回路は、通常、筐体外部の適所に設けた外部接地部に接地され、特に、筐体が導体材料から成る場合には、該筐体を介して外部接地部に接地される。

【0003】この種の除電装置を用いて帯電体の除電を確実に行うためには、各放電電極の放電による正負のイオン生成量のバランス (所謂、イオンバランス)をとる必要があるが、正負のイオン生成量は、各放電電極に付与する高電圧を一定としても、一般に、各放電電極の汚れの程度や、大気状態等の環境条件、あるいは筐体が導体材料であるか絶縁材料であるか等によって変化する。このため、何等かの手法により正負のイオン生成量を時々刻々把握し、それに応じて各高電圧生成回路により各放電電極に付与する高電圧を制御してイオンバランスを制御する必要がある。

【0004】そして、このようなイオンバランス制御を行う除電装置としては、例えば特開平 3-266398 号公報に開示されているものが知られている。

【0005】この除電装置においては、正側放電電極と負側放電電極との中間に、正イオンの生成量と負イオンの生成量との差に相当するイオン電流を検出するための針状の電流検出電極を配置している。そして、イオンバランスを制御するに際しては、正側放電電極と負側放電電極とに交互に正の高電圧及び負の高電圧を高電圧生成回路から付与し、各々の高電圧の付与時に前記電流検出電極を介してイオン電流を検出する。

【0006】この場合、一方の放電電極に高電圧を付与している際には、他方の放電電極への高電圧の付与は休止しているため、各々の高電圧の付与時に検出されるイオン電流は、各放電電極の放電によるイオン生成量に相当する。そこで、上記除電装置においては、各々の高電圧の付与時に検出されたイオン電流を正負各々のイオン生成量として把握する共にそれらを互いに比較し、それらの大小関係に応じて、両者を一致させるように一方の高電圧生成回路あるいは両高電圧生成回路による高電圧を増減させることによりイオンバランスを制御するようにしている。

【0007】尚、この除電装置においては、上記のよう

に正側放電電極と負側放電電極とに正の高電圧及び負の高電圧を高電圧生成回路から交互に継続的に付与するパルス除電モードと、両放電電極に正負の高電圧を同時に継続的に付与する直流除電モードとを選択可能としているが、直流除電モードにおいても、イオンバランスを制御するに際しては、周期的にパルス除電モードを実行して上記のようにイオンバランスを制御するようにしている。また、この除電装置においては、各々の高電圧の付与時に検出されたイオン電流が所定値を下回った場合に、放電を停止せしめたり、各放電電極の清掃が必要である旨の警報を発するようにしている。

【0008】しかしながら、かかる除電装置にあっては、次のような不都合があった。

【0009】すなわち、電流検出電極を介して検出されるイオン電流は、各放電電極の放電時に生成される正負の総イオンのごく一部の生成イオンによる微小な電流であり、そのようなイオン電流は、必ずしも総イオン生成量に相当するものとは限らず、また、電流検出電極の汚れや、大気状態等の環境条件の影響を受けやすい。従って、電流検出電極を介して検出される正負のイオン電流のバランスをとっても、正負のイオン生成量が全体としてバランスしているとは限らない。さらに、電流検出電極は、細い針状のもので、筐体の外方に突出されるため、折れ曲がり易く、そのような損傷を受けた場合には、正負いずれかのイオン電流が多く検出されることとなって、イオンバランスを制御することはできない。

【0010】また、正負の総イオン電流あるいは総イオン生成量は、基本的には各放電電極を流れる放電電流に応じたものとなるのであるが、本発明者等の知見によれば、一般に、各放電電極の放電電流には、両放電電極の前方に配置される帯電体に到達し得る、換言すれば帯電体の除電に寄与するイオンを生成する有効除電電流の他に、両放電電極間で流れる電極間電流があり、さらに筐体が導電材料から成る場合には、各放電電極と筐体との間で流れる電極・筐体間電流がある。この場合、該電極・筐体間電流や電極間電流は、それぞれ電極・筐体間及び電極間で流れるイオンを生成することとなるので、それらの電流は、除電に寄与するイオンを生成しない無効電流である。従って、帯電体の除電を確実に行うべくイオンバランスを制御するためには、本来、前記有効除電電流により生成される正負のイオンの総量をバランスさせる必要がある。

【0011】しかるに、前記公報の除電装置にあっては、前記電流検出電極が単に両放電電極の中間に配置されているだけなので、該電流検出電極により検出されるイオン電流には、前記有効除電電流だけでなく、電極・筐体間無効電流や電極間無効電流の一部も含まれてしま

う場合が多く、従って、イオンバランスの制御を的確に行うことが困難なものであった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は除電装置の改良を目的とし、正側及び負側の放電電極を流れる放電電流のうち、帯電体の除電に実質的に寄与する正負のイオンを生成する有効除電電流を検出することができ、これにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を的確に制御することができる除電装置を提供することを目的とする。

【0013】さらに、電極間で流れる電極間無効電流や電極・筐体間で流れる電極・筐体間無効電流をも検出することができる除電装置を提供することを目的とする。

【0014】さらに、有効除電電流や無効電流を簡単な構成で検出することができる除電装置を提供することを目的とする。

【0015】さらに、検出された有効除電電流を基に正負の生成イオンのイオンバランスを的確且つ確実に制御することができる除電装置を提供することを目的とする。

【0016】さらに、検出された有効除電電流や無効電流を基に装置の作動状態を的確に監視することができる除電装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様は、前記の目的を達成するために、正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した導電材料から成る筐体とを備えた除電装置において、前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を互いに接続せしめると共に、その接続部を前記筐体の外部の外部接地部に外部接地用抵抗を介して接続し、さらに、両トランスの二次側コイルの接地端の接続部に前記筐体を接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流（ I_{1+} ）及び負側有効除電電流（ I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）を前記外部接地用抵抗に生じる電圧により検出する有効電流差分検出手段と、前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の時間的変化率（ dV_+/dt 及び dV_-/dt ）が

【0018】

【数11】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \cdots (1)$$

【0019】の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の変化量（ ΔV_+ 、 ΔV_- ）が $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ ……（2）の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、前記微小時間内において前記有効電流差

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (4)$$

【0021】の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、他方の有効除電電流（ I_{1-} 又は I_{1+} ）を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）と前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流（ I_{1+} ）又は負側有効除電電流（ I_{1-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段とを備え、各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする。

【0022】さらに、前記両トランスの二次側コイルの接地端の接続部に前記筐体を筐体接地用抵抗を介して接

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2+} = \frac{dI_b}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (5)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \text{ のとき、} \\ I_{2-} = - \frac{dI_b}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (6)$$

【0024】の関係式を用いて求める第1の電極・筐体間無効電流検出手段と他方の電極・筐体間無効電流（ I_{2-} 又は I_{2+} ）を、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の差（ $I_b = I_{2+} - I_{2-}$ ）と前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段により得られた正側電極・筐体間無効電流（ I_{2+} ）又は負側電極・筐体間無効電流（ I_{2-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の電極・筐体間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0025】さらに、少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流（ I_{S+} 又は I_{S-} ）を検出する放電電流検出手段と、該放電電流検出手段により得

分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ I_a ）の時間的変化率（ dI_a/dt ）を求める微分手段と、前記両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の一方の有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）を

【0020】

【数12】

続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、正側放電電極及び負側放電電極と前記筐体との間でそれぞれ流れる正側電極・筐体間無効電流（ I_{2+} ）及び負側電極・筐体間無効電流（ I_{2-} ）の差（ $I_b = I_{2+} - I_{2-}$ ）を前記筐体接地用抵抗に生じる電圧により検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段と、前記微小時間内において前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の差（ I_b ）の時間的変化率（ dI_b/dt ）を求める第2の微分手段と、前記両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の一方の電極・筐体間無効電流（ I_{1+} 又は I_{2-} ）を

【0023】

【数13】

られた全放電電流（ I_{S+} 又は I_{S-} ）からこれに対応する前記有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）及び電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 又は I_{2-} ）を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流（ I_3 ）を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】また、本発明の第2の態様は前記の目的を達成するために、正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した導電材料から成る筐体とを備

えた除電装置において、前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を直列に接続された一対の外部接地用抵抗を介して互いに接続すると共に、両外部接地用抵抗の midpoint を前記筐体の外部の外部接地部に接続し、さらに、少なくとも一方のトランスの二次側コイルの接地端と前記外部接地用抵抗との接続部に前記筐体を接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電

流（ I_{1+} ）及び負側有効除電電流（ I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）を前記一対の外部接地用抵抗にそれぞれ生じる電圧の差により検出する有効電流差分検出手段と、前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の時間的変化率（ dV_+/dt 及び dV_-/dt ）が

【0027】

【数14】

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

【0028】の関係を微小時間づつ繰り返して満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧（ V_+ ）及び負側高電圧（ V_- ）の変化量（ ΔV_+ 、 ΔV_- ）が $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ …… (2)

の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、前記微小時間内において前記有効電流差

分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ I_a ）の時間的変化率（ dI_a/dt ）を求める微分手段と、前記両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の一方の有効除電電流（ I_{1+} 又は I_{1-} ）を

【0029】

【数15】

$$\begin{aligned} \frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (4) \end{aligned}$$

【0030】の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、他方の有効除電電流（ I_{1-} 又は I_{1+} ）を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）の差（ $I_a = I_{1+} - I_{1-}$ ）と前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流（ I_{1+} ）又は負側有効除電電流（ I_{1-} ）とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段とを備え、各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流（ I_{1+} 、 I_{1-} ）を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする。

【0031】さらに、前記両トランスの二次側コイルの接地端と前記一対の外部接地用抵抗との接続部にそれぞれ各別の筐体接地用抵抗を介して前記筐体を接続し、各

放電電極の放電時に流れる電流のうち、正側放電電極及び負側放電電極と前記筐体との間でそれぞれ流れる正側電極・筐体間無効電流（ I_{2+} ）及び負側電極・筐体間無効電流（ I_{2-} ）の差（ $I_b = I_{2+} - I_{2-}$ ）を前記各筐体接地用抵抗に生じる電圧の差により検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段と、前記微小時間内において前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の差（ I_b ）の時間的変化率（ dI_b/dt ）を求める第2の微分手段と、前記両電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 、 I_{2-} ）の一方の電極・筐体間無効電流（ I_{2+} 又は I_{2-} ）を

【0032】

【数16】

$$\begin{aligned} \frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{2+} = \frac{dI_b}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{2-} = - \frac{dI_b}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

【0033】の関係式を用いて求める第1の電極・筐体

間無効電流検出手段と、他方の電極・筐体間無効電流

を、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により得られた両電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) と前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段により得られた正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 又は負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) とから減算演算又は加算演算により求める第2の電極・筐体間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0034】さらに、少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{s+} 又は I_{s-}) を検出する放電電流検出手段と、該放電電流検出手段により得られた全放電電流 (I_{s+} 又は I_{s-}) からこれに対応する前記有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) 及び電極・筐体間無効電流 (I_{2+} 又は I_{2-}) を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流 (I_3) を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0035】また、本発明の第3の態様は前記の目的を達成するために、正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

【0037】の関係を微小時間づつ繰り返して満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の変化量 (ΔV_+ , ΔV_-) が $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ $\dots\dots (2)$

の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、前記微小時間内において前記有効電流差

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_+ / \frac{dV_+}{dt} \right) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot \left(V_- / \frac{dV_-}{dt} \right) \quad \dots\dots (4)$$

【0039】の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、他方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) と、前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流 (I_{1+}) 又は負側有効除電電流 (I_{1-}) とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段を備え、各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする。

【0040】また、本発明の第4の態様は前記の目的を達成するために、正側放電電極及び負側放電電極と、各放電電極にそれぞれ二次側コイルの一端を接続してなる

正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した絶縁材料から成る筐体とを備えた除電装置において、前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を互いに接続せしめると共に、その接続部を前記筐体の外部の外部接地部に外部接地用抵抗を介して接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) を前記外部接地用抵抗に生じる電圧により検出する有効電流差分検出手段と、前記各放電電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の時間的変化率 (dV_+/dt 及び dV_-/dt) が

【0036】

【数17】

分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) を求める微分手段と、前記両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の一方の有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) を

【0038】

【数18】

正側トランス及び負側トランスと、各トランスを介して各放電電極に正の高電圧及び負の高電圧を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路と、前記放電電極を外方に向けて該放電電極、前記トランス及び高電圧生成回路を収納した絶縁材料から成る筐体とを備えた除電装置において、前記正側トランス及び負側トランスの二次側コイルの接地端である他端を直列に接続された一対の外部接地用抵抗を介して互いに接続すると共に、両外部接地用抵抗の midpoint を前記筐体の外部の外部接地部に接続し、各放電電極の放電時に流れる電流のうち、除電に寄与するイオンを生成する正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) を前記一対の外部接地用抵抗に生じる電圧の差により検出する有効電流差分検出手段と、前記各放電

電極に前記各高電圧生成回路により付与される正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の時間的変化率 (dV_+/dt 及び dV_-/dt) が

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{又は} \quad \frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

【0042】の関係を微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における前記正側高電圧 (V_+) 及び負側高電圧 (V_-) の変化量 (ΔV_+ , ΔV_-) が $\Delta V_+ \ll V_+$ 及び $\Delta V_- \ll V_-$ …… (2) の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御する高電圧制御手段と、前記微小時間内において前記有効電流差

$$\frac{dV_+}{dt} \gg \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1+} = \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_+ / \frac{dV_+}{dt}) \quad \dots\dots (3)$$

$$\frac{dV_+}{dt} \ll \frac{dV_-}{dt} \quad \text{のとき、} \\ I_{1-} = - \frac{dI_a}{dt} \cdot (V_- / \frac{dV_-}{dt}) \quad \dots\dots (4)$$

【0044】の関係式を用いて求める第1の有効除電電流検出手段と、他方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を、前記有効電流差分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) と前記第1の有効除電電流検出手段により得られた正側有効除電電流 (I_{1+}) 又は負側有効除電電流 (I_{1-}) とから減算演算又は加算演算により求める第2の有効除電電流検出手段を備え、各有効除電電流検出手段により得られた各有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) を制御することにより、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することを特徴とする。

【0045】さらに、前記の第3又は第4の態様において、少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出する放電電流検出手段と、該放電電流検出手段により得られた全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) から前記有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) を減算することにより前記両放電電極間で流れる電極間無効電流 (I_3) を求める電極間無効電流検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0046】また、前記の各態様において、前記各高電圧生成回路は、前記高電圧制御手段から与えられる正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値に応じた高電圧 (V_+ , V_-) を生成する回路であって、前記高電圧制御手段は、前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値を前記微小時間を含む小時間内において略一定として生成する正側指示値生成手段及び負側指示値生成手段と、該正側指示値生成手段又は負側指示値生成手段により生成された正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値に微小変動を前記微小時間づつ繰り返し生ぜしめる指示値加工手段

【0041】

【数19】

分検出手段により得られた両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) を求める微分手段と、前記両有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) の一方の有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) を

【0043】

【数20】

とを備え、該指示値加工手段により微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値をこれに対応する高電圧生成回路に付与すると共に、他の高電圧指示値をこれに対応する高電圧生成回路に前記負側指示値生成手段又は正側指示値生成手段から付与することにより、前記 (1), (2) の関係を満たすように各高電圧生成回路を制御することを特徴とする。

【0047】さらに、前記指示値加工手段による前記正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値の微小変動は、前記 (3), (4) の関係式における正側高電圧 (V_+) とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値又は負側高電圧 (V_-) とその時間的変化率 dV_-/dt との比の値が一定となる指数関数的微小変動であり、前記第1の有効除電電流検出手段は、前記 (3), (4) の関係式における前記比の値を一定値として、前記微分手段により得られた前記時間的変化率 (dI_a/dt) により前記正側有効除電電流 (I_{1+}) 又は負側有効除電電流 (I_{1-}) を求めることを特徴とする。

【0048】さらに、前記正側指示値生成手段及び負側指示値生成手段は、前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値をこれに対応したレベルの指示値信号として生成し、前記指示値加工手段は、抵抗及びコンデンサから成る時定数回路を用いて前記指示値信号のレベルに指数関数的微小変動を生ぜしめることを特徴とする。

【0049】

【作用】本発明の第1の態様によれば、前記両放電電極の放電時には、前記外部接地用抵抗に前記正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) に相当する電流が流れる (詳細は後述の

実施例で説明する)。このため、前記有効電流差分検出手段により前記外部接地用抵抗の電圧を検出することで、両有効除電電流の差 (I_a) が検出される。また、前記高電圧制御手段により、前記 (1), (2) の関係を満たすように前記各高電圧生成回路を制御すると、前記 (3) 又は (4) の関係式が成立する (詳細は後述の実施例で説明する)。従って、前記微分手段により、両有効除電電流の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) を求めれば、その時間的変化率 (dI_a/dt) から前記 (3) 又は (4) の関係式を用いて正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の一方を求めることが可能となり、また、その求めた一方の有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) と、前記両有効除電電流の差 (I_a) とから減算演算又は加算演算により他方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を求めることが可能となる。そして、このようにして求められた各有効除電電流は、除電に寄与する正負各々のイオンの総生成量を示すものである。その求めた有効除電電流を制御することにより、除電に寄与する正負各々のイオンの生成を制御することが可能となる。

【0050】尚、前記 (3), (4) 式における高電圧 (V_+ 又は V_-) とその時間的変化率 (dV_+/dt 又は dV_-/dt) との比の値は、直接的に求めることも、あるいは後述するように一定値とすることも可能である。

【0051】この場合、さらに、前記筐体接地用抵抗を設けたときには、該筐体接地用抵抗に、前記正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 及び負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) に相当する電流が流れる (詳細は後述の実施例で説明する)。このため、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段により前記筐体接地用抵抗の電圧を検出することで、両電極・筐体間無効電流の差 (I_b) が検出される。そして、前記 (1), (2) の条件下では、前記 (5) 又は (6) の関係式が成立する (詳細は後述の実施例で説明する)。従って、前記第2の微分手段により、両電極・筐体間無効電流の差 (I_b) の時間的変化率 (dI_b/dt) を求めれば、その時間的変化率 (dI_b/dt) から前記 (5) 又は (6) の関係式を用いて正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 及び負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) の一方を求めることが可能となり、また、その求めた一方の電極・筐体間無効電流 (I_{2+} 又は I_{2-}) と、前記両電極・筐体間無効電流の差 (I_b) とから減算演算又は加算演算により他方の電極・筐体間無効電流 (I_{2-} 又は I_{2+}) を求めることが可能となる。

【0052】さらに、少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出する放電電流検出手段とを備えたときには、前記のように得られた有効除電電流 (I_{1+} 又は I_{1-}) 及び電極・筐体間無効電流 (I_{2+} 又は I_{2-}) を放電電流検出手段によ

り得られた全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) から減算することで、電極間無効電流 (I_3) を求めることが可能となる。

【0053】次に、本発明の第2の態様によれば、前記一対の外部接地用抵抗の電圧の差が、前記正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) に相当するものとなる (詳細は後述の実施例で説明する)。このため、前記有効電流差分検出手段により前記一対の外部接地用抵抗の電圧の差を検出することで、両有効除電電流の差 (I_a) が検出される。そして、この場合においても、前記 (1), (2) の条件下で前記 (3) 又は (4) の関係式が成立し、従って、前記第1の態様と同様に各有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を求めることが可能となる。そして、該有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を制御することで、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することが可能となる。

【0054】この場合、さらに、前記両トランスの二次側コイルの接地端と前記一対の外部接地用抵抗との接続部にそれぞれ各別の筐体接地用抵抗を介して前記筐体を接続したときには、各筐体接地用抵抗の電圧の差が、前記正側電極・筐体間無効電流 (I_{2+}) 及び負側電極・筐体間無効電流 (I_{2-}) の差 ($I_b = I_{2+} - I_{2-}$) に相当するものとなる (詳細は後述の実施例で説明する)。そして、このように両電極・筐体間無効電流の差 (I_b) が求めれば、前記第1の態様と同様に、前記 (1), (2) の条件下で前記 (5), (6) の関係式等を用いて各電極・筐体間無効電流 (I_{2-} , I_{2+}) を求めることが可能となる。

【0055】また、上記のように各有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) 及び各電極・筐体間無効電流 (I_{2-} , I_{2+}) が求めれば、前記第1の態様と同様に、いずれか一方の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出することで、電極間無効電流 (I_3) を求めることが可能となる。また、前記第1の態様と同様に、各放電電極の全放電電流 (I_{S+} 及び I_{S-}) を検出すれば、その全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) と有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) とから各放電電極の総無効電流を求めることが可能となる。

【0056】尚、本発明の前記第1及び第2の態様において、各放電電極の全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) は、例えば該放電電極に対応するトランスの二次側コイルに直列に接続された放電電流検出用抵抗を備えることで、該放電電流検出用抵抗に生じる電圧により全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) を検出することが可能である。あるいは、本発明の第2の態様にあつては、前記一対の筐体接地用抵抗を備えたときには、例えば互いに同じトランスの二次側コイルの接地端に接続された一方の外部接地用抵抗及び筐体接地用抵抗に生じる電圧の和により該トランス側の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出することが可能である。

【0057】また、本発明の第1及び第2の態様におい

て、各放電電極の全放電電流 (I_{S+} 及び I_{S-}) の両者を検出すれば、その各全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) から前述のように得られる各有効除電電流 (I_{1+} , I_{1-}) を減算することにより、各電極・筐体間無効電流 (I_{2+} , I_{2-}) と電極間無効電流 (I_3) とを併せた各放電電極の総無効電流を求めることが可能となる。

【0058】次に、本発明の第3の態様によれば、前記外部接地用抵抗には、前記第1の態様と同様に、前記正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) に相当する電流が流れ、該外部接地用抵抗の電圧により両有効除電電流の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) が検出される。従って、前記第1の態様と同様に、前記(1), (2)の条件下で前記(3),

(4)の関係式等を用いて各有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を求めることが可能となる。そして、該有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を制御することで、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することが可能となる。尚、この場合には、筐体は絶縁材料から成るので、電極・筐体間に電流は流れず、該筐体を前記トランス等と接続する必要はない。

【0059】また、本発明の第4の態様によれば、前記一対の外部接地用抵抗の電圧の差は、前記第2の態様と同様に、前記正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) に相当するものとなり、両外部接地用抵抗の電圧の差により両有効除電電流の差 ($I_a = I_{1+} - I_{1-}$) が検出される。従って、前記第1、2又は3の態様と同様に、前記(1),

(2)の条件下で前記(3), (4)の関係式等を用いて各有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を求めることが可能となる。そして、該有効除電電流 (I_{1-} , I_{1+}) を制御することで、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することが可能となる。尚、この場合にも、前記第3の態様と同様に、電極・筐体間に電流は流れず、該筐体を前記トランス等と接続する必要はない。

【0060】さらに、これらの第3または第4の態様において、少なくとも前記両放電電極のうちの一方の放電電極の全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) を検出する放電電流検出手段とを備えたときには、全放電電流 (I_{S+} 又は I_{S-}) から有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を減算することで、電極間無効電流 (I_3) を求めることが可能となる。

【0061】尚、本発明の第3又は第4の態様において、各放電電極の全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) は、例えば該放電電極に対応するトランスの二次側コイルに直列に接続された放電電流検出用抵抗を備えることで、該放電電流検出用抵抗に生じる電圧により全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) を検出することが可能である。あるいは、第4の態様においては、各外部接地用抵抗に生じる電圧により各放電電極の全放電電流 (I_{S+} , I_{S-}) を検出することも可能である。

【0062】また、前記の各態様において、例えば前記(3), (4)の関係式における正側高電圧 (V_+) とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値又は負側高電圧 (V_-) とその時間的変化率 dV_-/dt との比の値が少なくとも前記微小時間内において一定となるように、

該微小時間内において指数関数的に正側高電圧 (V_+) 又は負側高電圧 (V_-) を変化せしめるようにすれば、前記(3), (4)の関係式における上記の比の値をあらかじめ一定値としておくことが可能となる。このようにすれば、上記の比の値を逐次求めずとも、前記両有効除電電流の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) から簡単に一方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を求めることが可能となり、このことは、前記(5),

(6)の関係式を用いて電極・筐体間無効電流 (I_{2-} 又は I_{2+}) を求める場合も同様である。

【0063】次に、本発明の前記の各態様において、前記各高電圧生成回路は、前記高電圧制御手段から与えられる正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値に応じた高電圧 (V_+ , V_-) を生成する回路であるときには、前記正側及び負側指示値生成手段により前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値を前記微小時間を含む微小時間内において略一定として生成すると共に、生成された正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値に前記指示値加工手段により微小変動を前記微小時間づつ繰り返し生ぜしめる。そして、微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値を対応する高電圧生成回路に付与すると共に、他の高電圧生成回路に対応する高電圧指示値を前記負側指示値生成手段又は正側指示値生成手段から付与する。このようにすることにより、比較的簡単な構成で各高電圧生成回路を前記(1), (2)の関係を満たすように制御することが可能となる。

【0064】この場合、前記正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値の微小変動を指数関数的微小変動とすることで、前記(3), (4)の関係式における正側高電圧 (V_+) とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値又は負側高電圧 (V_-) とその時間的変化率 dV_-/dt との比の値が一定値となり、従って、前記第1の有効除電電流検出手段は、前述したように、両有効除電電流の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) から極めて簡単に一方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を求めることが可能となる。このことは、前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段を備え、電極・筐体間無効電流を前記(5), (6)の関係式を用いて求める場合においても同様である。

【0065】上記のような指数関数的微小変動は、抵抗及びコンデンサから成る時定数回路を用いれば簡単な回路構成で生ぜしめることが可能である。

【0066】尚、前記(3), (4)の関係式における正側高電圧 (V_+) とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値又は負側高電圧 (V_-) とその時間的変化率 dV_-/dt

V_-/dt との比の値は、前記指示値加工手段により微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値の前記微小時間内における時間的変化率と、該微小時間内における前記正側高電圧指示値又は負側高電圧指示値との比の値であるので、該比の値を演算により求めることも可能である。そして、このように該比の値を演算により求めれば、その求めた比の値を、両有効除電電流の差 (I_a) の時間的変化率 (dI_a/dt) に乗算することで、前記 (3), (4) の関係式により一方の有効除電電流 (I_{1-} 又は I_{1+}) を求めることが可能となる。このことは、前記電極・筐体間無効電流を前記

(5), (6) の関係式を用いて求める場合においても同様である。

【0067】また、前記の各態様において前記指示値生成手段及び指示値加工手段を備えたときには、例えば次のようにして正負のイオンの生成を制御することが可能となる。すなわち、例えば前記高電圧制御手段に対して正側有効除電電流及び負側有効除電電流の設定値を指示すると共に、その設定値と各有効除電電流 (I_{1+} 及び I_{1-}) との大小関係に応じてそれらの偏差を解消する向きに増減するように前記正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値を生成する。この時、該正側高電圧指示値及び負側高電圧指示値が前記微小時間を含む時間内において略一定となるように該高電圧指示値及び負側高電圧指示値を緩やかに増減させる。このようにすることにより、正側有効除電電流及び負側有効除電電流を求めるのに必要な前記 (1), (2) の条件を満たしつつ、各有効除電電流を設定値に制御することが可能となり、従って、除電に寄与する正負のイオンの生成量を各有効除電電流の設定値で示される生成量に制御することが可能となる。

【0068】この場合、特に、正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) によりそれぞれ生成される正イオン及び負イオンが所定の比率で均衡する割合でもって、正側有効除電電流 (I_{1+}) 及び負側有効除電電流 (I_{1-}) の設定値を設定すれば、除電に寄与する正負のイオンの総生成量をバランスさせることが可能となり、従って、帯電体の除電を確実に行うことが可能となる。

【0069】また、前記の各態様において前記指示値生成手段及び指示値加工手段を備えたときには、例えば前記各高電圧指示値が所定の設定値を越えたとき、警報を発するようにすることで、各放電電極の汚れ等の異常の有無を監視することが可能となる。

【0070】さらに、前記各電極・筐体間無効電流や電極間無効電流を検出する場合において、各電極・筐体間無効電流や電極間無効電流が所定の設定値を越えたとき、警報を発するようにしてもよい。

【0071】

【実施例】まず、本発明の第1乃至第4の各態様の基本

原理を図1乃至図4を参照して説明する。図1乃至図4はそれぞれ本発明の第1の態様、第2の態様、第3の態様及び第4の態様の除電装置の基本構成を説明するための説明図である。

【0072】図1を参照して、1, 2はそれぞれ正側放電電極及び負側放電電極、3, 4はそれぞれ正側放電電極1及び負側放電電極2に正側トランス5及び負側トランス6を介して正の高電圧 V_+ 及び負の高電圧 V_- を生成・付与する正側高電圧生成回路及び負側高電圧生成回路、7は放電電極1, 2、高電圧生成回路3, 4及びトランス5, 6を収納した筐体である。この場合、筐体7は金属等の導電材料からなるものであり、放電電極1, 2は、筐体7の前面部に設けられた開口 (図示しない) を介して所定の間隔を存して筐体7の外方前方に向けている。該開口には網 (図示しない) が取着されている。

【0073】各トランス5, 6の二次側コイルの一端には、それぞれ放電電極1, 2が接続され、各トランス5, 6の二次側コイルの接地端である他端は、それに各々直列に接続された放電電流検出用抵抗8, 9を介して接続されている。

【0074】そして、両トランス5, 6の二次側コイルの接続点である放電電流検出用抵抗8, 9の midpoint は、筐体7外部の適所に設けられた外部接地部10に外部接地用抵抗11を介して接続され、さらに、筐体7に筐体接地用抵抗12を介して接続されている。

【0075】尚、放電電極1, 2の間には、これらの放電電極1, 2の前方に向かって送風する図示しない送風ファンが設けられている。

【0076】このような構成の除電装置において、各高電圧生成回路3, 4により各放電電極1, 2に正の高電圧 V_+ 及び負の高電圧 V_- を付与すると、各放電電極1, 2が放電し、その放電により大気中に正負のイオンが生成される。そして、その正負の生成イオンが両放電電極1, 2の前方に配置される帯電体 (図示しない) に到達し、また、帯電体に到達する正負のイオンの生成量のバランスがとれておれば、帯電体が除電される。

【0077】この場合、各放電電極1, 2の放電により生成される正負のイオンの全生成量は、基本的には、各放電電極1, 2に対応して大気中で流れる放電電流 (イオン電流) に応じたものとなるのであるが、各放電電極1, 2に流れる全放電電流 I_{S+} , I_{S-} には、各放電電極1, 2と導電材料からなる筐体7との間でイオン電流あるいは漏れ電流として流れる正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} 及び負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} と、両放電電極1, 2間でイオン電流あるいは漏れ電流として流れる電極間無効電流 I_3 と、これらの無効電流 I_{2+} , I_{2-} , I_3 を除いた正側有効除電電流 I_{1+} 及び負側有効除電電流 I_{1-} とが含まれる。すなわち、
$$I_{S+} = I_{1+} + I_{2+} + I_3 \cdots \cdots (7)$$

$$I_{S-} = I_{1-} + I_{2-} + I_3 \cdots \cdots (8)$$

そして、前記の無効電流 I_{2+} , I_{2-} , I_3 は、各放電電極 1, 2 と筐体 7 との間、あるいは両放電電極 1, 2 の間で流れるイオンを生成するにすぎないものであるから、帯電体の除電に寄与するイオンを生成することはない。また、前記各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} は、各放電電極 1, 2 と除電装置の外部との間でイオン電流として流れるものであるから、各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} に対応して生成される正負のイオンは、帯電体の除電に寄与し得る（帯電体に到達し得る）ものとなる。そして、このように帯電体の除電に寄与する正負のイオンの生成量は各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} に応じたものとなる。

【0078】従って、各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} を検出すれば、帯電体の除電に寄与する正負のイオンの生成量を把握・監視することができ、また、各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} を制御することで、除電に寄与する正負のイオンの生成量を制御することができることとなる。

【0079】一方、前記の構成の除電装置において、図 1 に示すように、各放電電極 1, 2 を流れる全放電電流 I_{S+} , I_{S-} は、それぞれ放電電流検出用抵抗 8, 9 を流れる。そして、これらの抵抗 8, 9 に全放電電流 I_{S+} , I_{S-} に比例した電圧が生じ、従って、各抵抗 8, 9 の電圧により全放電電流 I_{S+} , I_{S-} が検出される。

【0080】また、正側放電電極 1 から除電装置の外部に流れる正側有効除電電流 I_{1+} は、外部接地部 10 から外部接地用抵抗 11、放電電流検出用抵抗 8 及び正側トランス 5 の二次側コイルを介して正側放電電極 1 に還流する。同様に、除電装置の外部から負側放電電極 2 に流れる負側有効除電電流 I_{1-} は、外部接地用抵抗 11 を介して外部接地部 10 に還流する。従って、外部接地用抵抗 11 には、両有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} の差分の電流 I_a が流れる。すなわち、

$$I_a = I_{1+} - I_{1-} \cdots \cdots (9)$$

そして、外部接地用抵抗 11 には両有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} の差分の電流 I_a に比例した電圧が生じ、該抵抗 11 の電圧により電流 I_a が検出される。

【0081】また、正側放電電極 1 から筐体 7 に流れる正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} は、筐体 7 から筐体接地用抵抗 12、放電電流検出用抵抗 8 及び正側トランス 5 の二次側コイルを介して正側放電電極 1 に還流する。同様に、筐体 7 から負側放電電極 2 に流れる負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} は、筐体接地用抵抗 12 を介して筐体 7 に還流する。従って、筐体接地用抵抗 12 には、両電極・筐体間無効電流 I_{2+} , I_{2-} の差分の電流 I_b が流れる。すなわち、

$$I_b = I_{2+} - I_{2-} \cdots \cdots (10)$$

そして、筐体接地用抵抗 12 には両電極・筐体間無効電流 I_{2+} , I_{2-} の差分の電流 I_b に比例した電圧が生じ、該抵抗 12 の電圧により電流 I_b が検出される。

【0082】尚、正側放電電極 1 から負側放電電極 2 に

流れる電極間無効電流 I_3 は、負側トランス 6 の二次側コイル、放電電流検出用抵抗 9, 8 及び正側トランス 5 の二次側コイルを介して正側放電電極 1 に還流する。

【0083】ところで、一般に、各放電電極 1, 2 に付与される正負の高電圧 V_+ , V_- を増減すると、それに応じて各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} 等の放電電流は増減するのであるが、この場合、正負の高電圧 V_+ , V_- の変化量（増減量） ΔV_+ , ΔV_- が高電圧 V_+ , V_- の大きさに比して充分小さい範囲では、正負の高電圧 V_+ , V_- の増減に比例して各有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} 等の放電電流が増減すると考えられる。そして、その場合の比例定数は、正負の高電圧 V_+ , V_- が変化する微小時間内では一定に維持されると考えられる。

【0084】すなわち、上記のような条件の基では、次の（11）～（14）式が成り立つ。

$$【0085】 I_{1+} = k_1 \cdot V_+ \cdots \cdots (11)$$

$$I_{2+} = k_2 \cdot V_+ \cdots \cdots (12)$$

$$I_{1-} = k_3 \cdot V_- \cdots \cdots (13)$$

$$I_{2-} = k_4 \cdot V_- \cdots \cdots (14)$$

尚、 $k_1 \sim k_4$ はそれぞれ一定の比例定数である。

【0086】そこで、これらの（11）～（14）式を前記（9）、（10）式に代入すると、

$$I_a = k_1 \cdot V_+ - k_3 \cdot V_- \cdots \cdots (15)$$

$$I_b = k_2 \cdot V_+ - k_4 \cdot V_- \cdots \cdots (16)$$

が得られ、さらに、（15）、（16）式の両辺を時間で微分すると、

$$【0087】$$

$$【数21】$$

$$\frac{dI_a}{dt} = k_1 \cdot \frac{dV_+}{dt} - k_3 \cdot \frac{dV_-}{dt} \cdots \cdots (17)$$

$$\frac{dI_b}{dt} = k_2 \cdot \frac{dV_+}{dt} - k_4 \cdot \frac{dV_-}{dt} \cdots \cdots (18)$$

【0088】が得られる。ここで、前記の条件の基で、例えば $(dV_+/dt) \gg (dV_-/dt)$ とすると、（17）、（18）式の右辺の第 2 項を無視することができ、従って、（17）、（18）式は、

$$【0089】$$

$$【数22】$$

$$\frac{dI_a}{dt} = k_1 \cdot \frac{dV_+}{dt} \cdots \cdots (19)$$

$$\frac{dI_b}{dt} = k_2 \cdot \frac{dV_+}{dt} \cdots \cdots (20)$$

【0090】となる。従って、前記（11）、（19）式の組、並びに（12）、（20）式の組からそれぞれ、前記（3）、（5）の関係式が得られる。

【0091】尚、例えば $(dV_+/dt) \ll (dV_-/dt)$ とした場合には、上記の場合と同様にして、前記（4）、（6）の関係式が得られる。

【0092】従って、各放電電極1, 2に付与する高電圧 V_+ , V_- の時間的変化率 dV_+/dt 及び dV_-/dt が前記(1)の関係式を前記(11)～(14)式の比例関係が成り立つような微小時間づつ繰り返し満たし、且つ、該微小時間内における高電圧 V_+ , V_- の変化量 ΔV_+ , ΔV_- が、前記(2)式の関係を満たすように、換言すれば、高電圧 V_+ , V_- の両者の全体的な時間的変化を比較的緩やかなものとしつつ、いずれか一方の高電圧 V_+ , V_- に微小時間づつ微小変動が生じるように高電圧 V_+ , V_- を制御してやれば、前記

(3), (5)式、あるいは(4), (6)式を用いて正側有効除電電流 I_{1+} 及び正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、あるいは負側有効除電電流 I_{1-} 及び負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} を時々刻々検出することができることとなる。

【0093】この場合、(3), (4)式における“ dI_a/dt ”は前記外部接地用抵抗11の電圧により検出される電流 I_a の時間的変化率を前記微小時間内において求めることで得られ、また、(5), (6)式における“ dI_b/dt ”は前記筐体接地用抵抗12の電圧により検出される電流 I_b の時間的変化率を前記微小時間内において求めることで得られる。尚、詳細は後述するが、(3), (5)式における“ V_+ ”と“ dV_+/dt ”との比の値(以下、比の値 K_+ と称する)や、(4), (6)式における“ V_- ”と“ dV_-/dt ”との比の値(以下、比の値 K_- と称する)は、あらかじめ所定の一定値としておくことが可能である。

【0094】このように一方の有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} と、一方の電極・筐体間無効電流 I_{2+} 又は I_{2-} とを検出すれば、前記(9), (10)式を用いて他方の有効除電電流 I_{1-} 又は I_{1+} と、他方の電極・筐体間無効電流 I_{2-} 又は I_{2+} とを求めることができ、さらに、前記(7), (8)式のいずれか一方を用いて電極間無効電流 I_3 を求めることができる。すなわち、 $(dV_+/dt) \gg (dV_-/dt)$ として正側の有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} を(3), (5)式を用いて求めた場合には、負側の有効除電電流 I_{1-} や電極・筐体間無効電流 I_{2-} は、次の(22), (23)式の減算演算により求まる。

$$【0095】I_{1-} = I_{1+} - I_a \quad \cdots \cdots (22)$$

$$I_{2-} = I_{2+} - I_b \quad \cdots \cdots (23)$$

同様に、 $(dV_+/dt) \ll (dV_-/dt)$ として負側の有効除電電流 I_{1-} や電極・筐体間無効電流 I_{2-} を

(3), (5)式を用いて求めた場合には、正側の有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} は、次の(24), (25)式の加算演算により求まる。

$$【0096】I_{1+} = I_{1-} + I_a \quad \cdots \cdots (24)$$

$$I_{2+} = I_{2-} + I_b \quad \cdots \cdots (25)$$

さらに、電極間無効電流 I_3 は、次の(26), (27)式のいずれか一方の演算により求まる。

$$【0097】I_3 = I_{S+} - I_{1+} - I_{2+} \quad \cdots \cdots (26)$$

$$I_3 = I_{S-} - I_{1-} - I_{2-} \quad \cdots \cdots (27)$$

この場合、(22)～(27)式における“ I_a ”や“ I_b ”、“ I_{S+} ”、“ I_{S-} ”は、それぞれ外部接地用抵抗11、筐体接地用抵抗12、放電電流検出用抵抗8, 9に生じる電圧により検出される。

【0098】上記のように、両有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} が判れば、それにより、除電に寄与する正負のイオンの生成量を把握することができ、従って、前記(1),

(2)の条件を満たしつつ、両有効除電電流 I_{1+} , I_{1-} を制御する(この制御は各高電圧生成回路3, 4が生成する高電圧 V_+ , V_- を増減制御することで行われる)ことで、除電に寄与する正負のイオンの生成量を制御することができる。さらに、電極・筐体間無効電流 I_{2+} , I_{2-} や、電極間無効電流 I_3 が判れば、放電状態の良否等を監視することができる。これが、本発明の第1の態様の基本原理である。

【0099】ところで、(3)～(6)式を用いて一方の有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} と、一方の電極・筐体間無効電流 I_{2+} 又は I_{2-} とを求めるために必要な前記比の値 K_+ , K_- は、これらに対応する高電圧 V_+ , V_- に適切な微小変動を生ぜしめることであらかじめ所定の一定値としておくことができる。すなわち、例えば(3),

(5)式を用いる場合($dV_+/dt \gg dV_-/dt$ の場合)において、前記微小時間内で高電圧 V_+ の時間的微小変動を示す関数を例えば

$$V_+ = A_+ \cdot \exp(-t/\tau) \quad \cdots \cdots (28)$$

とする。ここで、 t は時間、 A は時刻 $t=0$ における高電圧 V_+ の大きさ、 τ は任意の時定数である。このようにすると、 $dV_+/dt = (-1/\tau) \cdot V_+$ であるから、前記比の値 K_+ は、定数($=-\tau$)となり、従って、(3), (6)式は、次のように簡略化される。

【0100】

【数23】

$$I_{1+} = -\tau \cdot \frac{dI_a}{dt} \quad \cdots \cdots (3)'$$

$$I_{2+} = -\tau \cdot \frac{dI_b}{dt} \quad \cdots \cdots (5)'$$

【0101】同様に、(4), (6)式を用いる場合($dV_+/dt \ll dV_-/dt$ の場合)においては、前記微小時間内で高電圧 V_- の時間的微小変動を示す関数を例えば

$$V_- = A_- \cdot \exp(-t/\tau) \quad \cdots \cdots (29)$$

とすれば、(4), (6)式は次のように簡略化される。

【0102】

【数24】

$$I_{1-} = \tau \cdot \frac{dI_a}{dt} \dots\dots (4)'$$

$$I_{2-} = \tau \cdot \frac{dI_b}{dt} \dots\dots (6)'$$

【0103】従って、前記微小時間内における高電圧 V_+ 、 V_- のいずれか一方に生ぜしめる時間的微小変動を上記(28)、(29)式で示したような指数関数的微小変動としてやれば、外部接地用抵抗11を流れる電流 I_a や筐体接地用抵抗12を流れる電流 I_b の時間的変化率のみから、上記(3)'～(6)'式を用いて一方の有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} と、一方の電極・筐体間無効電流 I_{2+} 又は I_{2-} とを簡単に求めることができる。

尚、(3)'～(6)'式における時定数 τ (= K_+ 又は K_-)は単なる定数であるので、これを省略し、電流 I_a や電流 I_b の時間的変化率そのものを、それぞれ有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} と、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 又は I_{2-} とに相当するものとして求めてもよい。

【0104】尚、詳細は後述するが、前記(3)～(6)式における前記比の値 K_+ 、 K_- を随時求めることにより、(3)～(6)式を直接的に使用して一方の有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} と、一方の電極・筐体間無効電流 I_{2+} 又は I_{2-} とを求めることも可能である。

【0105】以上の説明においては、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 の全てを求める場合について説明したが、帯電体の除電を行う上で特に重要なものは、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} であるから、該有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを求めるようにしてもよい。この場合には、前述したことから明らかなように、前記放電電流検出用抵抗8、9及び筐体接地用抵抗12は必要ではなく、これらの抵抗8、9、12の部分を短絡し、外部接地用抵抗11のみを備えるようにすればよい。これは、外部接地用抵抗11を流れる電流 I_a さえ検出できれば、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} を求めることができるからである。

【0106】また、例えば有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを求めるようにしてもよい。この場合には、前述したことから明らかなように、前記放電電流検出用抵抗8、9は必要ではなく、これらの抵抗8、9、部分を短絡し、外部接地用抵抗11及び筐体接地用抵抗12のみを備えるようにすればよい。これは、それらの抵抗11、12を流れる電流 I_a 、 I_b さえ検出できれば、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} を求めることができるからである。

【0107】また、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 の全てを求める場合においても、放電電流検出用抵抗8、9はのいずれか一方は必要ではなく、いずれか一方

の放電電流検出用抵抗8、9の部分を短絡してもよい。これは、外部接地用抵抗11及び筐体接地用抵抗12を流れる電流 I_a 、 I_b さえ検出できれば、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} を求めることができ、さらに、いずれか一方の放電電極1、2の全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} を検出すれば、前記(26)、(27)式のいずれか一方を用いて電極間無効電流 I_3 を求めることができるからである。

【0108】さらに、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、各放電電極1、2における総無効電流(= $I_{2+}+I_3$ 及び $I_{2-}+I_3$)を求めるようにしてもよい。この場合には、筐体接地用抵抗12は必要ではなく、その抵抗12の部分を短絡し、外部接地用抵抗11と両放電電流検出用抵抗8、9のみを備えればよい。これは、外部接地用抵抗12を流れる電流 I_a から求められる各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} を、各放電電流検出用抵抗8、9を流れる全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} から減算すれば、各放電電極1、2における総無効電流(= $I_{2+}+I_3$ 及び $I_{2-}+I_3$)を求めることができるからである。

【0109】次に、図2を参照して本発明の第2の態様の基本原理を説明する。

【0110】同図において、この除電装置は、図1の除電装置と同一構成の放電電極1、2と、高電圧生成回路3、4と、トランス5、6と、放電電極1、2、高電圧生成回路3、4及びトランス5を収納した導電材料から成る筐体7とを備えている。そして、この除電装置にあつては、直列に接続された一対の外部接地用抵抗13、14を備え、これらの抵抗13、14の抵抗13側には、正側トランス5の二次側コイルの接地端が接続され、抵抗14側には、負側トランス6の二次側コイルの接地端が接続されている。そして、外部接地用抵抗13、14の midpoint は外部接地部10に短絡接続されている。

【0111】また、直列に接続された一対の筐体接地用抵抗15、16が外部接地用抵抗13、14に並列に接続され、これらの筐体接地用抵抗15、16の midpoint は導電材料からなる筐体7に短絡接続されている。従って、筐体7は、各トランス5、6の二次側コイルの接地端側に各別の抵抗15、16を介して接続されている。

【0112】かかる構成の除電装置にあつては、同図を参照して明らかなように、外部接地用抵抗13、14の midpoint に、正側有効除電電流 I_{1+} 及び負側有効除電電流 I_{1-} の差分の電流 I_a (= $I_{1+}-I_{1-}$)が外部接地部10から流れる。また、筐体接地用抵抗15、16の midpoint に、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} 及び負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} の差分の電流 I_b (= $I_{2+}-I_{2-}$)が筐体7から流れる。尚、電極間無効電流 I_3 は外部接地用抵抗13、14及び筐体接地用抵抗15、16の両者に流れる。

【0113】ここで、同図に示すように、各外部接地用

抵抗13、14及び各筐体接地用抵抗15、16に流れる電流をそれぞれ I_c 、 I_d 、 I_e 、 I_f とすると、キルヒホッフの法則により、

$$I_a = I_c - I_d \quad \cdots (30)$$

$$I_b = I_e - I_f \quad \cdots (31)$$

となる。従って、各外部接地用抵抗13、14に生じる電圧の差を検出することで、(30)式に従って電流 I_a が検出され、また、各筐体接地用抵抗15、16に生じる電圧の差を検出することで、(31)式に従って電流 I_b が検出される。

【0114】そして、このように電流 I_a 、 I_b が検出されれば、前記図1の除電装置について説明した手法と全く同一の手法により、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} 、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 を求めることができる。尚、この場合、電極間無効電流 I_3 を求めるために必要ないずれか一方の放電電極1、2の全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} は、前記電流 $I_c \sim I_d$ を用いて、

$$I_{S+} = I_c + I_e \quad \cdots (32)$$

$$I_{S-} = I_d + I_f \quad \cdots (33)$$

と表されるので、例えば外部接地用抵抗13及び筐体接地用抵抗15に生じる電圧の和により全放電電流 I_{S+} が検出され、また、外部接地用抵抗14及び筐体接地用抵抗16に生じる電圧の和により全放電電流 I_{S-} が検出される。あるいは、前記図1の除電装置の場合と同様に放電電流検出用抵抗を各トランス5、6の二次側コイルに直列に接続し、それらの放電電流検出用抵抗に生じる電圧により全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} を検出することも可能である。

【0115】従って、図2の除電装置においても、除電に寄与する正負のイオンの生成量の制御や放電状態の良否の監視を行うことができることとなる。これが、本発明の第2の態様の基本原理である。

【0116】尚、上記の説明においては、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 の全てを求める場合について説明したが、前記図1の除電装置の場合と同様に、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを求めるようにしてもよい。この場合には、筐体接地用抵抗15、16の両者あるいはいずれか一方は必要でなく、例えば筐体接地用抵抗15、16のいずれか一方の部分を短絡し、あるいは、筐体接地用抵抗15、16の両者を削除して、外部接地用抵抗13、14のいずれか一方の抵抗側で筐体7をいずれか一方のトランス5又は6の二次側コイルの接地端に接続すればよい。このようにしても、上記(30)式に従って、電流 I_a を検出することができ、従って、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} を求めることができる。

【0117】また、例えば有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを求めるようにしてもよい。この場合には、外部接地用抵抗13、

14と筐体接地用抵抗15、16の両者が必要である。

【0118】さらに、有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} に加えて、各放電電極1、2における総無効電流($=I_{2+}+I_3$ 及び $I_{2-}+I_3$)を求めるようにしてもよい。この場合には、筐体接地用抵抗15、16の両者あるいはいずれか一方は必要ではなく、例えば筐体接地用抵抗15、16のいずれか一方の部分を短絡し、あるいは、筐体接地用抵抗15、16の両者を削除して、外部接地用抵抗13、14のいずれか一方の抵抗側で筐体7をいずれか一方のトランス5又は6の二次側コイルの接地端に接続してもよい。但し、筐体接地用抵抗15、16のいずれか一方の部分を短絡した場合には、その短絡した側の放電電極1又は2については、放電電流検出用抵抗等を用いて全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} を検出する必要がある。また、筐体接地用抵抗15、16の両者を削除した場合には、筐体7を接続したトランス5又は6側の放電電極1又は2については放電電流検出用抵抗等を用いて全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} を検出する必要がある。そして、他方の全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} は、それに対応する側の外部接地用抵抗13又は14の電圧により検出される。

【0119】次に、図3を参照して本発明の第3の態様の基本原理を説明する。

【0120】図3において、この除電装置は、図1の除電装置と同一構成の放電電極1、2と、高電圧生成回路3、4と、トランス5、6と、放電電極1、2、高電圧生成回路3、4及びトランス5を収納した筐体7とを備えている。この場合、筐体7は、プラスチック等の絶縁材料から成るものである。そして、該除電装置においては、図1の除電装置と同一の接続構成でもって、外部接地用抵抗11及び放電電流検出用抵抗8、9が備えられている。

【0121】かかる構成の除電装置にあつては、筐体7が絶縁材料から成るため、電極・筐体間無効電流は流れず、各放電電極1、2の全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} は、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と電極間無効電流 I_3 とを併せたものとなる。そして、この点を除き、図1の除電装置の場合と同様の手法でもって、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と電極間無効電流 I_3 とが求められる。

【0122】すなわち、外部接地用抵抗11に生じる電圧により、両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a が検出され、それにより、図1の除電装置の場合と全く同一の手法でもって、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} が求められる。また、いずれか一方の放電電流検出用抵抗8又は9に生じる電圧により検出される一方の放電電極1又は2の全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} からそれに対応する有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} を減算することで、電極間無効電流 I_3 が求められる。この減算演算は、前記(26)又は(27)式において $I_{2+}=I_{2-}=0$ としたものである。

【0123】従って、図3の除電装置においても、除電

に寄与する正負のイオンの生成量の制御や放電状態の良否の監視を行うことができることとなる。これが、本発明の第3の態様の基本原理である。

【0124】尚、図1の除電装置について説明したことから明らかなように、両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを求める場合には、放電電流検出用抵抗8、9は不要である。また、電極間無効電流 I_3 を求める場合であっても、放電電流検出用抵抗8、9のいずれか一方のみを備えておけば充分である。

【0125】次に、図4を参照して本発明の第4の態様の基本原理を説明する。

【0126】図4において、この除電装置は、図2の除電装置と同一構成の放電電極1、2と、高電圧生成回路3、4と、トランス5、6と、放電電極1、2、高電圧生成回路3、4及びトランス5を収納した筐体7とを備えている。この場合、筐体7は、図3の除電装置と同様に、プラスチック等の絶縁材料から成るものである。そして、該除電装置においては、図2の除電装置と同一の接続構成でもって、一対の外部接地用抵抗13、14が備えられている。

【0127】かかる構成の除電装置にあつては、図3の除電装置と同様に電極・筐体間無効電流は流れず、この点を除き、図2の除電装置の場合と同様の手法でもって、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と電極間無効電流 I_3 とが求められる。

【0128】すなわち、各外部接地用抵抗13、14に生じる電圧の差により、両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a が検出され、それにより、図1及び図2の除電装置の場合と全く同一の手法でもって、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} が求められる。また、明らかに $I_{S+} = I_c$ 、 $I_{S-} = I_d$ であるので、いずれか一方の外部接地用抵抗13又は14に生じる電圧により一方の放電電極1又は2の全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} が検出され、該全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} からそれに対応する有効除電電流 I_{1+} 又は I_{1-} を減算することで、電極間無効電流 I_3 が求められる。

【0129】従つて、図4の除電装置においても、除電に寄与する正負のイオンの生成量の制御や放電状態の良否の監視を行うことができることとなる。これが、本発明の第4の態様の基本原理である。

【0130】以上説明した本発明の第1乃至第4の態様の基本原理を基礎として、次に、本発明の第1の態様のさらに具体的な実施例を図1並びに図5及び図6を参照して説明する。図5は本実施例の除電装置の回路構成図、図6は本実施例の除電装置の作動を説明するための線図である。

【0131】図5を参照して、本実施例の除電装置は、図1に示した除電装置と基本構成は同一であり、正側及び負側放電電極1、2と、正側及び負側高電圧生成回路3、4と、正側及び負側トランス5、6と、導電材料か

ら成る筐体7と、放電電流検出用抵抗8、9と、外部接地用抵抗11と、筐体接地用抵抗12とが備えられており、これらの接続構成は図1の除電装置と同一である。尚、各高電圧生成回路3、4の接地部は、それに対応するトランス5、6の二次側コイルの接地端に接続されている。また、各高電圧生成回路3、4は、これに後述する高電圧指示値信号（電圧信号）を付与することにより、該高電圧指示値信号のレベルに比例した正負の高電圧 V_+ 、 V_- を各トランス5、6を介して各放電電極1、2に生成・付与するものである。

【0132】また、本実施例の除電装置は、外部接地用抵抗11の電圧により前記両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a を検出する有効電流差分検出手段17と、電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt を求める微分器（第1の微分手段）18と、筐体接地用抵抗12の電圧により前記両電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} の差分の電流 I_b を検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段19と、電流 I_b の時間的変化率 dI_b/dt を求める微分器（第2の微分手段）20と、前記（1）、

（2）の条件を満たすように高電圧生成回路3、4をそれぞれ制御しつつ、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御する正側及び負側高電圧制御手段21、22と、各高電圧制御手段21、22に対して各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の設定値を与える設定手段である正側及び負側設定器23、24と、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} をそれぞれ求める第1及び第2の有効除電電流検出手段25、26と、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} をそれぞれ求める第1及び第2の電極・筐体間無効電流検出手段27、28と、各放電電流検出用抵抗8、9の電圧により各放電電極1、2の全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} をそれぞれ検出する正側及び負側放電電流検出手段29、30と、前記電極間無効電流 I_3 を求める電極間無効電流検出手段31と、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} 、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 がそれぞれ所定の設定値を越えたとき、警報を発する警報手段32、33、34、35、36とを備えている。

【0133】尚、本実施例においては、高電圧制御手段21、22は、前記（1）の条件において、 $dV_+/dt \gg dV_-/dt$ となるように高電圧生成回路3、4をそれぞれ制御する。また、前記の各手段17～36を構成する後述の回路は全て筐体7に接地されている。図5において、筐体7への接地を示すときは、斜線付の□記号を用いて示した。

【0134】前記有効電流差分検出手段17は、外部接地用抵抗11の両端にそれぞれ接続された一対のフィルタ37、37と、これらのフィルタ37、37の出力を入力とする差動増幅器38とにより構成されている。電流 I_a により外部接地用抵抗11の両端に生じる電位信号は、フィルタ37、37によりノイズ成分を除去された後、差動増幅器38に入力され、該差動増幅器38

は、それらの電位信号のレベル差、すなわち外部接地用抵抗11に生じる電圧を所定のゲインでもって増幅して出力する。これにより、差動増幅器38から両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a に比例したレベルの電圧信号 V_a が得られ、該電流 I_a が検出される。

【0135】これと同様に、前記各放電電流検出手段29、30は、各放電電流検出用抵抗8、9の両端にそれぞれ接続されたフィルタ対39、40と、各対のフィルタ39、40の出力を入力とする差動増幅器41、42とにより構成され、各差動増幅器41、42からそれぞれ全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} に比例したレベルの電圧信号 V_{S+} 、 V_{S-} を得る構成としている。

【0136】また、前記電極・筐体間無効電流差分検出手段19は、筐体接地用抵抗12の筐体7に接続した一端と反対側の他端に接続された単一のフィルタ43と、該フィルタ43の出力を入力とする増幅器44とにより構成され、増幅器44から両電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} の差分の電流 I_b に比例したレベルの電圧信号 V_b を得る構成としている。この場合、筐体接地用抵抗12、フィルタ43及び増幅器44は筐体7に接地されているので、上記のように単一のフィルタ43と通常的な増幅器44とを用いて電極・筐体間無効電流差分検出手段19が構成される。

【0137】尚、前記各フィルタ37、39、40、43は、図5に示すように抵抗及びコンデンサから成る同一構成のものである。

【0138】負側高電圧制御手段22は、後述するように与えられる負側有効除電電流 I_{1-} の検出値とその設定値とを比較する比較器（比較手段）45と、比較器45の出力から負側高電圧生成回路4の高電圧指示値を示す負側高電圧指示値信号（電圧信号） V_{C1-} を生成する負側指示値生成手段46とを備えている。

【0139】比較器45は、負側有効除電電流 I_{1+} の検出値及びその設定値の大小関係に応じて高低2値レベルの電圧信号を出力するものであり、より詳細には、負側有効除電電流 I_{1-} の検出値が設定値よりも小さいときには高レベルの電圧信号を出力し、これと逆の場合には、低レベルの電圧信号を出力する。

【0140】負側指示値生成手段46は、比較器45の出力側に接続された抵抗48及びコンデンサ49から成る時定数回路により構成され、コンデンサ49の電圧を負側高電圧指示値信号 V_{C1-} として生成する。このような構成において、負側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルは、負側有効除電電流 I_{1-} の検出値が設定値よりも小さくなると増加し、逆に負側有効除電電流 I_{1-} の検出値が設定値よりも大きくなると減少し、基本的には負側有効除電電流 I_{1-} の検出値が設定値に一致するレベルに収束するように、抵抗48の抵抗値及びコンデンサ49の容量により定まる時定数でもって増減する。ここで、上記時定数は比較的大きめ（本実施例では例えば1秒程度）

に設定されており、その時定数よりも充分短い時間内においては、負側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルは略一定に維持され、上記の増減は比較的緩やかに行われる。

【0141】本実施例においては、上記のように生成される負側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルは負側高電圧生成回路4が負側放電電極2に付与する高電圧 V_- の大きさを規定するものであり、基本的には、負側高電圧指示値信号 V_{C1-} を負側高電圧生成回路4に付与することで、該高電圧生成回路4は、負側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルに比例した大きさの負の高電圧 V_- を放電電極2に付与する。ところが、本実施例においては、前記比較器45や抵抗48及びコンデンサ49から成る時定数回路の接地レベルは筐体7の電位であるのに対し、負側高電圧生成回路4の接地レベル（＝負側トランス6の二次側コイルの接地端のレベル）は筐体7の電位と相違し、それらの接地レベルの電位差分だけ、負側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルを補正して負側高電圧生成回路4に付与する必要がある。

【0142】このため、本実施例においては、前記負側高電圧制御手段22は、上記の補正を行うための加算器50を備えている。この加算器50は、前記負側高電圧指示値信号 V_{C1-} と、前記負側放電電流検出手段30の一对のフィルタ40、40のうち、高電圧生成回路4の接地部側に接続されたフィルタ40の出力信号とが入力され、それらの高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルとフィルタ40の出力信号のレベルとを加算してなる信号を最終的な負側高電圧指示値信号 V_{C2-} として高電圧生成回路4に付与する。この場合、上記フィルタ40の出力信号のレベルは、筐体7の電位レベルに対する高電圧生成回路4の接地部の電位レベルを示すものであり、上記の加算により得られた負側高電圧指示値信号 V_{C2-} を高電圧生成回路4に付与することで、該高電圧生成回路4は、負側指示値生成手段46により生成された負側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルに比例した大きさの負の高電圧 V_- を放電電極2に付与する。

【0143】これにより、放電電極2に付与される負の高電圧 V_- は、負側有効除電電流 I_{1-} の検出値が設定値に一致するように制御される。そして、このとき、前記抵抗48及びコンデンサ49から成る回路の時定数に比べて充分短い時間内においては略一定で、従って、前記（2）の条件における $\Delta V_- \ll V_-$ の関係が満たされることとなる。

【0144】正側高電圧制御手段21は、後述するように与えられる正側有効除電電流 I_{1+} の検出値及びその設定値を比較する比較器（比較手段）51と、比較器51の出力から正側高電圧生成回路3の高電圧指示値を示す正側高電圧指示値信号（電圧信号） V_{C1+} を生成する正側指示値生成手段52と、正側高電圧指示値信号に指数関数的な微小変動を微小時間づつ繰返し生ぜしめる指示値加工手段53と、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に微

小変動を生ぜしめてなる指示値信号 V_{C2+} のレベルを補正する加算器54とを備えている。

【0145】正側指示値生成手段52は、前記負側指示値生成手段46と同様に抵抗55及びコンデンサ56から成る時定数回路により構成され、負側の場合と同様に、比較器51とにより、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} を生成する。すなわち、正側指示値生成手段52により生成される正側高電圧指示値信号 V_{C1+} は、正側有効除電電流 I_{1+} の検出値がその設定値に一致するレベルに収束するように、抵抗55の抵抗値及びコンデンサ56の容量により定まる時定数でもって増減する。ここで、上記時定数は負側指示値生成手段46の時定数と同一（1秒程度）とされており、その時定数よりも充分短い時間内においては、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルは略一定に維持され、上記の増減は比較的緩やかに行われる。

【0146】本実施例においては、基本的には、該正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルは正側高電圧生成回路3は正側放電電極1に付与する高電圧 V_+ の大きさを規定するものである。

【0147】指示値加工手段53は、正側全放電電流 I_{S+} を示す前記差動増幅器41の電圧信号 V_{S+} のレベルと前記正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルとを比較するヒステリシス付比較器57と、該比較器57の出力側に接続された抵抗58及びコンデンサ59から成る時定数回路とにより構成されている。この場合、ヒステリシス付比較器57は、基本的には、電圧信号 V_{S+} のレベルが正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルより小さいときには高レベルの信号を出力し、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベル以上に達すると低レベルの信号を出力するものであるが、一旦、低レベルの信号を出力すると、電圧信号 V_{S+} のレベルが正側高電圧指示値信号 V_{C1+} より所定のヒステリシス巾だけ小さくなるまでは、低レベルの信号の出力を継続するものである。また、抵抗58及びコンデンサ59から成る回路の時定数は、前記正側指示値生成手段52の時定数よりも充分小さなもの（本実施例では例えば、0.1秒）とされている。

【0148】指示値加工手段53は、後述するようにかかる構成により、コンデンサ56の電圧を、前記正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に指数関数的微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値信号 V_{C2+} として生成する。

【0149】前記加算器54は、負側の加算器50と同様に、指示値加工手段53により得られた正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルを正側高電圧生成回路3に対応するレベルに補正するもので、前記正側放電電流検出手段29の一对のフィルタ39、39のうち、高電圧生成回路3の接地部側に接続されたフィルタ39の出力信号のレベルを正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルに加算し、その加算により得られた信号を最終的な正側高電圧指示値信号 V_{C3+} として高電圧生成回路3に付与する。

これにより、高電圧生成回路3は、指示値加工手段53により得られた正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルに比例した大きさの正の高電圧 V_+ を放電電極1に付与する。

【0150】このような正側高電圧制御手段21の構成において、指示値加工手段53は、正側指示値生成手段52により生成された正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に次のように指数関数的微小変動を生ぜしめる。

【0151】すなわち、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} が略一定とみなせる短い時間内において、前記ヒステリシス付比較器57に入力される電圧信号 V_{S+} （これは正側全放電電流 I_{S+} に相当する）は、高電圧 V_+ に比例し、従って、該電圧信号 V_{S+} のレベルは、指示値加工手段53により生成される正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルに対応したものとなる。そして、該比較器57と抵抗58及びコンデンサ59からなる時定数回路とにより構成された指示値加工手段53にあっては、コンデンサ59の電圧は、基本的には、電圧信号 V_{S+} のレベルが正側指示値生成手段52により生成された正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルに一致するようなレベルに制御されるのであるが、このとき、比較器57が前述したようなヒステリシス特性を有するものであると共に、抵抗58及びコンデンサ59からなる回路の時定数が小さいため、図6に示すように、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルが略一定とみなせる時間内においても微小時間づつ断続的にコンデンサ59の充放電が繰り返される。そして、このとき、コンデンサ59の充放電は、指数関数的に行われるので、コンデンサ59の電圧は、正側指示値生成手段52により生成された正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に指数関数的な変動を生ぜしめた形の信号となり、また、比較器57のヒステリシス巾を比較的小さなものとしておくことで、該変動は微小なものとなる。

【0152】これにより、コンデンサ59の電圧は、正側指示値生成手段52により生成された正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に指数関数的な微小変動を微小時間づつ繰り返して生ぜしめてなる正側高電圧指示値信号 V_{C2+} として生成され、そのレベルに比例した正の高電圧 V_+ が放電電極1に付与される。そして、このとき、正側指示値生成手段52が生成する正側高電圧指示値信号 V_{C1+} は前記負側高電圧指示値信号 V_{C1-} と同様にその変化が緩やかなものであるため、前記（2）の条件における $\Delta V_+ \ll V_+$ の関係と共に、前記（1）の条件における $dV_+/dt \gg dV_-/dt$ の関係が満たされることとなる。

【0153】前記各微分器18、20は、それぞれ前記電流 I_a 、 I_b を示す差動増幅器38の電圧信号 V_a 及び増幅器44の電圧信号 V_b を微分して出力するもので、各電流 I_a 、 I_b の時間的な変化率 dI_a/dt 、 dI_b/dt に対応したレベルの電圧信号を出力する。この場合、各微分器18、20は積分器付のものであり、

電圧信号 V_a 、 V_b に含まれる細かいパルス状のものは除去されるようになっている。また、各微分器 18、20 の出力は、実際の微分値に対して正負の極性が反転するようになっている。

【0154】前記第 1 の有効除電電流検出手段 25 は、微分器 18 の出力を入力する正のピークホールド器 60 により構成され、前記指示値加工手段 53 により生成される正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルが、指数関数的に減少する微小時間内における電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt の最大値に相当するレベルの電圧信号 V_{1+} を前記比較器 51 に出力する。ここで、図 6 を参照して上記のように正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルが、指数関数的に減少する時間内においては、正の高電圧 V_+ は、前記 (28) 式の形となり、その時間内における時間的変化率 dI_a/dt は、前記 (3)' 式に表したように、正側有効除電電流 I_{1+} の大きさを示すものとなる。そして、上記のように正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルが、指数関数的に減少する時間は十分に短い時間であるので、その間では、時間的変化率 dI_a/dt は略一定であると考えてよい。従って、前記正のピークホールド器 60 から出力される電圧信号 V_{1+} は、正側有効除電電流 I_{1+} の検出値を示すものとなり、これにより、該正側有効除電電流 I_{1+} が検出される。

【0155】これと同様に、前記第 1 の電極・筐体間無効電流検出手段 27 は、微分器 20 の出力を入力とする正のピークホールド器 61 により構成され、該ピークホールド器 61 から前記 (5)' 式に従って、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値を示す電圧信号 V_{2+} が出力される。

【0156】前記第 2 の有効除電電流検出手段 26 は、前記差動増幅器 38 により得られる電圧信号 V_a のレベル（電流 I_a ）から前記ピークホールド器 60 により得られる電圧信号 V_{1+} のレベル（正側有効除電電流 I_{1+} の検出値）を減算する減算器 62 を備えている。この場合、差動増幅器 38 の電圧信号 V_a は微小変動を伴うものであるため、抵抗及びコンデンサから成るフィルタ 63 を介して電圧信号 V_a の平均レベルが減算器 62 に与えられる。そして、減算器 62 は、前記 (22) 式に従った減算演算を行うことで、負側有効除電電流 I_{1-} の大きさを示すレベルの電圧信号 V_{1-} を前記比較器 45 に出力する。

【0157】これと同様に、前記第 2 の電極・筐体間無効電流検出手段 28 は、減算器 64 を備え、該減算器 64 は、前記増幅器 44 からフィルタ 65 を介して入力される電圧信号 V_b のレベル（電流 I_b ）から前記ピークホールド器 61 から入力される電圧信号 V_{2+} のレベル（正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値）を前記 (23) 式に従って減算し、これにより負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} の大きさを示すレベルの電圧信号 V_{2-} を出力する。

【0158】前記電極間無効電流検出手段 31 は、前記差動増幅器 41 により得られる電圧信号 V_{S+} のレベル（全放電電流 I_{S+} ）から、前記ピークホールド器 60、61 によりそれぞれ得られる電圧信号 V_{1+} 、 V_{2+} のレベル（正側有効除電電流 I_{1+} 及び正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値）を減算する減算器 66 を備えている。この場合、差動増幅器 41 の電圧信号 V_{S+} は微小変動を伴うものであるため、抵抗及びコンデンサから成るフィルタ 67 を介して電圧信号 V_{S+} の平均レベルが減算器 66 に与えられる。そして、減算器 66 は、前記 (26) 式に従った減算演算を行うことで、電極間無効電流 I_3 の大きさを示すレベルの電圧信号 V_3 を出力する。尚、このように電極間無効電流 I_3 を求めるための減算演算は、差動増幅器 42 により得られる電圧信号 V_{S-} のレベル（全放電電流 I_{S-} ）から、前記減算器 62、64 によりそれぞれ得られる電圧信号 V_{1-} 、 V_{2-} のレベル（負側有効除電電流 I_{1-} 及び負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} の検出値）を前記 (27) 式に従って減算することで行うようにしてもよい。

【0159】前記正側設定器 23 は、前記比較器 51 がピークホールド器 60 の電圧信号 V_{1+} のレベル（正側有効除電電流 I_{1+} の検出値）と比較する設定電圧 V_{1S+} を正側有効除電電流 I_{1+} の設定値として生成するもので、図示しない可変抵抗等を用いたボリューム調整操作を行うことで、任意の設定電圧 V_{1S+} を設定可能に構成されている。

【0160】前記負側設定器 24 は、負側有効除電電流 I_{1-} の設定値を正側有効除電電流 I_{1+} に対して適当な割合（比率）でもって、前記比較器 45 に設定するもので、負側有効除電電流 I_{1-} の検出値を示す前記減算器 62 の電圧信号 V_{1-} を可変抵抗 68 により降圧して比較器 45 に入力すると共に、正側有効除電電流 I_{1+} の検出値を示すピークホールド器 60 の電圧信号 V_{1+} をそのまま比較器 45 に入力する構成とされている。これにより、比較器 45 には、負側有効除電電流 I_{1-} の設定値が正側有効除電電流 I_{1+} に対して可変抵抗 68 の抵抗値により定まる比率でもって設定され、このとき、その比率は可変抵抗 68 の抵抗値の調整操作を行うことで任意に設定可能とされている。

【0161】前記警報手段 32 は、正側高電圧生成回路 3 に前記加算器 54 から付与される正側高電圧指示値信号 V_{C3+} のレベルを、その許容最大レベルとしてあらかじめ設定された最大電圧レベル V_{+MAX} と比較する比較器 69 と、 V_{C3+} のレベルが最大電圧レベル V_{+MAX} 以上となったとき、比較器 69 の出力に応じて警報を発する警報器 70 とにより構成されている。

【0162】これと同様に警報手段 33 は、比較器 71 と警報器 72 とにより構成され、負側高電圧生成回路 4 に前記加算器 50 から付与される負側高電圧指示値信号 V_{C2-} のレベルがその許容最大レベルとしてあらかじめ

設定された最大電圧レベル V_{-MAX} 以上となったとき、比較器71の出力に応じて警報器72から警報を発する構成とされている。

【0163】また、前記警報手段34は、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} を示す前記ピークホールド器61の電圧信号 V_{2+} のレベルと、正側全放電電流 I_{S+} を示す前記差動増幅器41の電圧信号 V_{S+} を所定の比率でもって降圧してなる電圧レベルとを比較する比較器73と、 V_{2+} のレベル（正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} ）が電圧信号 V_{S+} のレベル（全放電電流 I_{S+} ）に対して所定の比率以上となったとき、比較器73の出力に応じて警報を発する警報器74とにより構成されている。

【0164】これと同様に警報手段35は、比較器75と警報器76とにより構成され、前記減算器64の電圧信号 V_{2-} のレベル（負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} ）が差動増幅器42の電圧信号 V_{S-} のレベル（全放電電流 I_{S-} ）に対して所定の比率以上となったとき、比較器75の出力に応じて警報器76から警報を発する構成とされている。

【0165】また、前記警報手段36は、電極間無効電流 I_3 を示す前記減算器66の電圧信号 V_3 と正側及び負側全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} を示す前記差動増幅器41、42の電圧信号 V_{S+} 、 V_{S-} をそれぞれ所定の比率でもって降圧してなる電圧レベルとをそれぞれ比較する一対の比較器77、78と、 V_3 のレベル（電極間無効電流 I_3 ）が V_{S+} 又は V_{S-} のレベル（全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} ）に対してそれぞれ所定の比率以上となったとき、比較器77又は78の出力に応じて警報を発する警報器79とにより構成されている。

【0166】尚、前記各警報手段32～36の警報器70、72、74、76、79は、図示しない表示器やランプ、ブザー等を用いて構成されている。

【0167】また、警報手段34、36には、前記電圧信号 V_{S+} が差動増幅器41から前記フィルタ67を介して与えられ、これと同様に、警報手段35、36には、前記電圧信号 V_{S-} が差動増幅器42からフィルタ67と同一構成の図示しないフィルタを介して与えられる。

【0168】次に、本実施例の除電装置の全体的作動を説明する。

【0169】本実施例の除電装置においては、まず、正側設定器23を操作することで、正側有効除電電流 I_{1+} の設定値を示す設定電圧 V_{1S+} が比較器51に設定され、また、負側設定器24の可変抵抗68の抵抗値を調整することで、負側有効除電電流 I_{1-} の設定値が正側有効除電電流 I_{1+} に対して可変抵抗68の抵抗値により定まる比率でもって比較器45に設定される。このとき、可変抵抗68の抵抗値の調整に際しては、正側有効除電電流 I_{1+} の設定値を設定した状態で、本実施例の除電装置を実際に稼働させる共に、正負のイオンの生成量を両放電電極1、2の前方で図示しない帯電プレートモニタ

を用いて確認し、正負のイオンの生成量のバランスがとれるように可変抵抗68の抵抗値の調整する。

【0170】このような設定を行った状態で、除電装置を起動すると、正側指示値生成手段52は、比較器51の出力に応じて正側高電圧指示値信号 V_{C1+} を生成する。このとき、初期段階においては、比較器51は高レベル信号を出力し、このため、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} は、抵抗55の抵抗値及びコンデンサ56の容量とにより定まる時定数（1秒程度）でもって比較的緩やかに増加していく。そして、該正側高電圧指示値信号 V_{C1+} は、前述したように指示値加工手段53により、該信号 V_{C1+} に指数関数的微小変動を生ぜしめてなる正側高電圧指示値信号 V_{C2+} （図6参照）に加工され、さらに、該信号 V_{C2+} が、そのレベルを加算器54により正側高電圧生成回路3に適合するレベルに補正された後に、該高電圧生成回路3に付与される。これにより、正側放電電極1には、高電圧生成回路3から正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルに比例した正の高電圧 V_+ が付与され、放電を開始する。

【0171】また、負側にあつては、負側指示値生成手段46により、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} と同様に初期段階において緩やかに増加する負側高電圧指示値信号 V_{C1-} が生成され、この信号 V_{C1-} が、そのレベルを加算器50により負側高電圧生成回路4に適合するレベルに補正された後に、該高電圧生成回路4に付与される。これにより、負側放電電極2には、高電圧生成回路4から正側高電圧指示値信号 V_{C1-} のレベルに比例した負の高電圧 V_- が付与され、放電を開始する。

【0172】このような放電が開始すると、各放電電極1、2には、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} 、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} 及び電極間無効電流 I_3 を併せてなる全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} が流れる。

【0173】この時、両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a が外部接地用抵抗11に流れ、これが、有効電流検出差分検出手段17により検出されて、その検出値に相当するレベルの電圧信号 V_a が差動増幅器38から微分器18に出力される。そして、微分器18は、電圧信号 V_a を微分することで、電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt を求め、それをピークホールド器60に出力する。

【0174】この場合、放電電極1に付与される高電圧 V_+ は、指数関数的微小変動を生じたものであるため、電流 I_a （電圧信号 V_a ）も上記微小変動に追従するような微小変動を生じている。そして、前述したように微分器18は電圧信号 V_a を微分値の極性を反転させるものであるため、ピークホールド器60は、高電圧 V_+ が指数関数的に微小減少する微小期間 T （図6参照）における電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt に相当するレベルの電圧信号 V_{1+} を出力する。また、該期間 T においては、高電圧 V_+ は前記（28）式に示すような形で表

される。従って、ピークホールド器60から出力される電圧信号 V_{1+} は、前記(3)'式に従って該期間Tにおける正側有効除電電流 I_{1+} の検出値を示すものとなり、該ピークホールド器60により、高電圧 V_+ が指数関数的に微小減少する毎に有効除電電流 I_{1+} が検出されることとなる。

【0175】このようにピークホールド器60により得られる電圧信号 V_{1+} は有効除電電流 I_{1+} の検出値として比較器51に与えられる。このため、正側指示値生成手段52は、有効除電電流 I_{1+} の検出値を示す電圧信号 V_{1+} のレベルが、正側設定器23により比較器51に与えられた有効除電電流 I_{1+} の設定値を示す設定電圧 V_{IS+} に合致するようなレベルでもって正側高電圧指示値信号 V_{C1+} を生成する。そして、該信号 V_{C1+} に指示値加工手段53により指数関数的微小変動を生ぜしめてなる正側高電圧指示値信号 V_{C2+} が加算器54を介して正側高電圧生成回路3に付与される。これにより、放電電極1に付与される高電圧 V_+ は、有効除電電流 I_{1+} がその設定値に合致するように、換言すれば、有効除電電流 I_{1+} により生成される除電に寄与する正のイオンの生成量が有効除電電流 I_{1+} の設定値で示される設定量になるように、高電圧 V_+ が制御される。

【0176】また、上記のようにピークホールド器60により得られた電圧信号 V_{1+} (有効除電電流 I_{1+} の検出値)が減算器62に与えられると共に、有効電流差分検出手段17の差動増幅器38から得られた電圧信号 V_a (電流 I_a)がフィルタ63を介して減算器62に与えられ、この時、該減算器62は、前記(22)式に従って減算演算を行うことで、負側有効除電電流 I_{1-} の検出値を示す電圧信号 V_{2-} を出力し、これにより有効除電電流 I_{1-} が検出される。そして、該電圧信号 V_{2-} は可変抵抗68を介して比較器45に与えられる。

【0177】このとき、比較器45には、ピークホールド器60から電圧信号 V_{1+} (有効除電電流 I_{1+} の検出値)も付与されており、このため、負側指示値生成手段46は、有効除電電流 I_{1-} の検出値を示す電圧信号 V_{1-} のレベルが、正側有効除電電流 I_{1+} の検出値を示す電圧信号 V_{1+} に可変抵抗68の抵抗値により定まる所定の比率でもって合致するように負側高電圧指示値信号 V_{C1-} を生成する。そして、該信号 V_{C1-} が加算器50を介して負側高電圧生成回路4に付与される。これにより、放電電極2に付与される高電圧 V_- は、負側有効除電電流 I_{1-} が正側有効除電電流 I_{1+} に対して所定の比率でもって合致するように、換言すれば、負側有効除電電流 I_{1-} により生成される除電に寄与する負のイオンの生成量が有効除電電流 I_{1+} により生成される除電に寄与する正のイオンの生成量とバランスするように、高電圧 V_- が制御される。尚、一般に、負側有効除電電流 I_{1-} と正側有効除電電流 I_{1+} とが同じであっても、正のイオンは負のイオンに較べて除電に寄与する効果が小さく、このた

め、負側有効除電電流 I_{1-} を正側有効除電電流 I_{1+} よりも小さく設定することで正負のイオンがバランスする。

【0178】一方、かかる作動時において、正側有効除電電流 I_{1+} の検出の場合と同様に、筐体接地用抵抗12を流れる電流 I_b が電極・筐体間無効電流差分検出手段19により検出され、さらに、微分器20を介してピークホールド器61から前記(5)'式に従って、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値を示す電圧信号 V_{2+} が出力される。さらに、負側有効除電電流 I_{1-} の検出の場合と同様に、電圧信号 V_{2+} と増幅器44の電圧信号 V_b とから減算器64により、前記(23)式に従って、負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} の検出値を示す電圧信号 V_{2-} が得られる。また、差動増幅器41の電圧信号 V_{S+} (全放電電流 I_{S+})と、ピークホールド器60の電圧信号 V_{1+} (正側有効除電電流 I_{1+} の検出値)と、ピークホールド器61の電圧信号 V_{2+} (正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値)とから減算器66により、前記(26)式に従って、電極間無効電流 I_3 を示す電圧信号 V_3 が得られる。

【0179】そして、前記警報手段34は、ピークホールド器61の電圧信号 V_{2+} レベルが差動増幅器41の電圧信号 V_{S+} のレベルに対して所定の比率を越えたとき、換言すれば、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の全放電電流 I_{S+} に占める割合が異常に高くなったときには、比較器73の出力に応じて警報器74から警報を発する。

【0180】同様に、警報手段35は、減算器64の電圧信号 V_{2-} と差動増幅器42の電圧信号 V_{S-} とを基に、負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} の全放電電流 I_{S-} に占める割合が異常に高くなったときには、比較器75の出力に応じて警報器76から警報を発する。

【0181】このように警報手段34、35による警報が発せられる状態は、放電電極1、2と筐体7との絶縁不良等の原因が考えられ、該警報によりそのような異常が把握される。

【0182】また、警報手段36は、減算器66の電圧信号 V_3 と差動増幅器41の電圧信号 V_{S+} とを基に、あるいは電圧信号 V_3 と差動増幅器42の電圧信号 V_{S-} とを基に、電極間無効電流 I_3 の全放電電流 I_{S+} 又は I_{S-} に占める割合が異常に高くなったときには、比較器77又は78の出力に応じて警報器79から警報を発する。このような警報が発せられる状態は、放電電極1、2間の漏れ電流がある状態を示し、該警報によりそのような異常が把握される。

【0183】また、微小変動を生ぜしめた正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルを加算器54により補正してなる正側高電圧指示値信号 V_{C3+} は、警報手段32に与えられ、該警報手段32は、正側高電圧指示値信号 V_{C3+} のレベルが最大電圧レベル V_{MAX} 以上となると、比較器69の出力に応じて警報器70から警報を発する。このような警報が発せられる状態は、高電圧 V_+ を高くして

も有効除電電流 I_{1+} がその設定値まで上昇することができない状態であるので、放電電極 1 の汚れ等の原因が考えられ、上記警報により、放電電極 1 の清掃等を使用者に促すことができる。

【0184】同様に、負側高電圧指示値信号 V_{C2-} は警報手段 33 に与えられ、該警報手段 33 は、負側高電圧指示値信号 V_{C2-} のレベルが最大電圧レベル V_{MAX} 以上となると、比較器 71 の出力に応じて警報器 72 から警報を発する。これにより、放電電極 2 の清掃等を使用者に促すことができる。

【0185】以上説明したように、本実施例の除電装置においては、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} を検出することで、除電に寄与する正負のイオンの生成量を把握して、それらを所望の生成量に制御することができ、従って正負のイオンバランスを良好なものとして帯電体（図示しない）の除電を確実に行うことができる。そして、このとき、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} は、それらの総量が検出されるので、その検出を確実に行うことができ、従って、正負のイオンの生成量を確実に所望の生成量に制御することができる。

【0186】また、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の検出に加えて、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} や電極間無効電流 I_3 をも検出することで、放電状態の良否や装置の異常等を的確に監視することができる。

【0187】また、有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出するために、高電圧指示値信号 V_{C1+} に生ぜしめる微小変動を指数関数的微小変動としたことで、微分器 18、20 やピークホールド器 60、61 を用いた極めて簡単な構成で有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出することができる。

【0188】尚、本実施例においては、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に微小変動を生ぜしめて、 $dV_+/dt \gg dV_-/dt$ の条件を満たすようにしたが、これと逆に、 $dV_-/dt \gg dV_+/dt$ の条件を満たすように負側高電圧指示値信号 V_{C1-} に微小変動を生ぜしめ、本実施例と同様の微分器やピークホールド器を用いて負側有効除電電流 I_{1-} や負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} を検出するようにしてもよい。

【0189】また、本実施例においては、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の検出に加えて、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} や電極間無効電流 I_3 をも検出するようにしたが、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを検出し、あるいは、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを検出するようにすることも可能である。例えば各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを検出する場合には、本実施例において、負側放電電流検出手段 30 や、電極・筐体間無効電流差分検出手段 19、微分器 20、ピークホールド器 61、減算器 31、64、警報手段 34～36 を削除すればよい。また、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを

検出する場合には、減算器 66 や警報手段 36 を削除すればよい。

【0190】また、本実施例においては、放電電流に含まれる無効電流を各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} と電極間無効電流 I_3 とに分けて検出するようにしたが、それらを併せて各放電電極 1、2 における総無効電流を検出するようにすることも可能である。この場合には、例えば本実施例において、電極・筐体間無効電流差分検出手段 19 や微分器 20、ピークホールド器 61、減算器 64、警報手段 34、35 を削除し、差動増幅器 41 の電圧信号 V_{S+} （全放電電流 I_{S+} ）からピークホールド器 60 の電圧信号 V_{1+} （有効除電電流 I_{1+} ）を減算する減算器と、差動増幅器 42 の電圧信号 V_{S-} （全放電電流 I_{S-} ）から減算器 62 の電圧信号 V_{1-} （有効除電電流 I_{1-} ）を減算する減算器とを備えれば、それらの減算器により各放電電極 1、2 における総無効電流を検出することができる。

【0191】また、本実施例においては、本発明の第 1 の態様に対応して筐体 7 が導電材料からなる場合について説明したが、本発明の第 3 の態様に対応して筐体が絶縁材料からなる場合にも本実施例と同様の除電装置を構成することができる。この場合には、例えば本実施例において、筐体接地用抵抗 12 や、電極・筐体間無効電流差分検出手段 19 や微分器 20、ピークホールド器 61、減算器 64、警報手段 34、35 を削除し、各高電圧生成回路 3、4 を除く差動増幅器 38 等の回路を任意の適所に接地すればよい。該接地は、例えば筐体が放電電極 1、2 と反対側の面部に金属部分を備える場合には、該金属部分に行う。尚、この場合には、減算器 66 は、差動増幅器 41 の電圧信号 V_{S+} （全放電電流 I_{S+} ）からピークホールド器 60 の電圧信号 V_{1+} （有効除電電流 I_{1+} ）のみを減算する構成とする。

【0192】また、本実施例においては、高電圧制御手段 21、22 や微分手段 18、20、有効除電電流検出手段 25、26、電極・筐体間無効電流検出手段 27、28、電極間無効電流検出手段 31 を回路的に構成したが、これらをマイクロコンピュータを用いて構成することも可能であることはもちろんである。

【0193】また、本実施例においては、各高電圧生成回路 3、4 により直流の高電圧 V_+ 、 V_- を生成するようにしたが、各トランス 5、6 の二次側コイルに整流用のダイオードを接続すれば、各トランス 5、6 の一次側に付与する電圧を比較的低周波数（例えば 20～30 kHz）の交流電圧としてもよい。この場合には、電流 I_a や I_b 、 I_{S1+} 、 I_{S1-} は半波の直流となるが、それらは、各増幅器 38、44、41、42 の入力側に設けたフィルタ 37、43、39、40 により平滑化することができ、従って、電流 I_a や I_b 、 I_{S1+} 、 I_{S1-} を検出して前記各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} 等を検出することができる。

【0194】次に、本発明の第2の態様の具体的な実施例を図2及び図7を参照して説明する。図7は本実施例の除電装置の回路構成図である。

【0195】本実施例の除電装置は、図2に示した除電装置と基本構成は同一であり、正側及び負側放電電極1、2と、正側及び負側高電圧生成回路3、4と、正側及び負側トランス5、6と、導電材料から成る筐体7と、一対の外部接地用抵抗13、14と、一対の筐体接地用抵抗15、16とが備えられており、これらの接続構成は図2の除電装置と同一である。尚、各高電圧生成回路3、4は、前述の図5の除電装置のものと同一であり、それらの接地部は対応するトランス5、6の二次側コイルの接地端に接続されている。

【0196】そして、本実施例の除電装置は、前述の図5の除電装置と同様に高電圧制御手段21、22、微分手段18、20、有効除電電流検出手段25、26、電極・筐体間無効電流検出手段27、28、電極間無効電流検出手段31、設定手段23、24及び警報手段32～36を備えている。これらの構成は図5の除電装置のものと全く同一であり、ここではその詳細な説明は省略する。

【0197】一方、本実施例の除電装置は、外部接地用抵抗13、14の電圧の差により両有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の差分の電流 I_a を検出する有効電流差分検出手段80と、筐体接地用抵抗15、16の電圧の差により両電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} の差分の電流 I_b を検出する電極・筐体間無効電流差分検出手段81と、外部接地用抵抗13及び筐体接地用抵抗15の電圧の和により放電電極1の全放電電流 I_{S+} を検出する正側放電電流検出手段82と、外部接地用抵抗14及び筐体接地用抵抗16の電圧の和により放電電極2の全放電電流 I_{S-} を検出する負側放電電流検出手段83とを備えている。これらの手段80～83を構成する後述の各回路は筐体7に接地されている。

【0198】有効電流差分検出手段80は、各外部接地用抵抗13、14の両端にそれぞれ接続されたフィルタ対84、85と、各対のフィルタ84、85の出力を入力とする差動増幅器86、87と、差動増幅器86から外部接地用抵抗13の電流 I_c に比例したレベルでもって出力される電圧信号 V_c を、差動増幅器87から外部接地用抵抗14の電流 I_d に比例したレベルでもって出力される電圧信号 V_d を減算する減算器88とにより構成され、外部接地用抵抗13、14の電圧の差、すなわち電流 I_a に相当するレベルの電圧信号 V_a を前記(30)式に従って減算器88から得る構成としている。

【0199】これと同様に、電極・筐体間無効電流差分検出手段81は、各筐体接地用抵抗15、16の筐体7と反対側の端部にそれぞれ接続されたフィルタ89、90と、各フィルタ89、90の出力を入力とする増幅器91、92と、増幅器91から筐体接地用抵抗15の電

流 I_e に比例したレベルでもって出力される電圧信号 V_e を、増幅器92から外部接地用抵抗16の電流 I_f に比例したレベルでもって出力される電圧信号 V_f を減算する減算器93とにより構成され、筐体接地用抵抗15、16の電圧の差、すなわち電流 I_b に比例したレベルの電圧信号 V_b を前記(31)式に従って減算器93から得る構成としている。

【0200】また、正側放電電流検出手段82は、差動増幅器86の電圧信号 V_c と増幅器91の電圧信号 V_e とを加算する加算器94により構成され、正側トランス5側に接続された外部接地用抵抗13及び筐体接地用抵抗15の電圧の和、すなわち、正側全放電電流 I_{S+} に比例したレベルの電圧信号 V_{S+} を前記(32)式に従って加算器94から得る構成としている。

【0201】これと同様に、負側放電電流検出手段83は、差動増幅器87の電圧信号 V_d と増幅器92の電圧信号 V_f とを加算する加算器95により構成され、負側トランス6側に接続された外部接地用抵抗14及び筐体接地用抵抗16の電圧の和、すなわち、負側全放電電流 I_{S-} に比例したレベルの電圧信号 V_{S-} を前記(33)式に従って加算器95から得る構成としている。

【0202】かかる構成の除電装置にあつては、図5の除電装置と電流 I_a 、 I_b 及び全放電電流 I_{S+} 、 I_{S-} の検出手法が相違するだけで、他の作動は、図5の除電装置と全く同一である。すなわち、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} が各有効除電電流検出手段25、26により検出され、それにより、除電に寄与する正負のイオンの生成量を把握して、それらを所望の生成量に制御することができ、従って正負のイオンバランスを良好なものとして帯電体（図示しない）の除電を確実に行うことができる。そして、このとき、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} は、それらの総量が検出されるので、その検出を確実に行うことができ、従って、正負のイオンの生成量を確実に所望の生成量に制御することができる。

【0203】また、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} の検出に加えて、各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} や電極間無効電流 I_3 が各電極・筐体間無効電流検出手段27、28や電極間無効電流検出手段31により検出され、それらの検出値を基に、警報手段32～36を用いて放電状態の良否や装置の異常等を的確に監視することができる。

【0204】また、有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出するために、高電圧指示値信号 V_{c1+} に生ぜしめる微小変動は、正側高電圧制御手段21によりを指数関数的微小変動とされるので、前記微分器18、20やピークホールド器60、61を用いた極めて簡単な構成で有効除電電流 I_{1+} や電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出することができる。

【0205】尚、本実施例においては、正側高電圧指示値信号 V_{c1+} に微小変動を生ぜしめて、 $dV_+/dt \gg$

dV_- / dt の条件を満たすようにしたが、図 5 の除電装置の場合と同様に、 $dV_- / dt \gg dV_+ / dt$ の条件を満たすように負側高電圧指示値信号 V_{C1-} に微小変動を生ぜしめて、負側有効除電電流 I_{1-} や負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} を検出するようにしてもよい。

【0206】また、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを検出し、あるいは、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを検出するようにすることも可能である。例えば各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} のみを検出する場合には、本実施例において、負側放電電流検出手段 83 や、減算器 93、微分手段 20、電極・筐体間無効電流検出手段 27、28、電極間無効電流検出手段 31、警報手段 34～36 を削除すればよい。また、各有効除電電流 I_{1+} 、 I_{1-} と各電極・筐体間無効電流 I_{2+} 、 I_{2-} のみを検出する場合には、電極間無効電流検出手段 31 や警報手段 36 を削除すればよい。

【0207】また、図 5 の除電装置の場合と同様に、各放電電極 1、2 における総無効電流を検出するようにすることも可能である。この場合には、例えば本実施例において、減算器 93 や微分手段 20、電極・筐体間無効電流検出手段 27、28、警報手段 34、35 等を削除し、加算器 94 の電圧信号 V_{S+} (全放電電流 I_{S+}) から第 1 の有効除電電流検出手段 25 の電圧信号 V_{1+} (有効除電電流 I_{1+}) を減算する減算器と、加算器 95 の電圧信号 V_{S-} (全放電電流 I_{S-}) から第 2 の有効除電電流検出手段 26 の電圧信号 V_{1-} (有効除電電流 I_{1-}) を減算する減算器とを備えれば、それらの減算器により各放電電極 1、2 における総無効電流を検出することができる。

【0208】また、本実施例においては、本発明の第 2 の態様に対応して筐体 7 が導電材料からなる場合について説明したが、本発明の第 4 の態様に対応して筐体が絶縁材料からなる場合にも本実施例と同様の除電装置を構成することができる。この場合には、例えば本実施例において、筐体接地用抵抗 15、16 や、減算器 93、微分手段 20、電極・筐体間無効電流検出手段 27、28、警報手段 34、35 を削除し、各高電圧生成回路 3、4 を除く回路を任意の適所に接地すればよい。尚、この場合には、電極間無効電流検出手段 31 は、加算器 94 の電圧信号 V_{S+} (全放電電流 I_{S+}) から第 1 の有効除電電流検出手段 25 の電圧信号 V_{1+} (有効除電電流 I_{1+}) のみを減算する構成とする。

【0209】また、本実施例においても、高電圧制御手段 21、22 や微分手段 18、20、有効除電電流検出手段 25、26、電極・筐体間無効電流検出手段 27、28、電極間無効電流検出手段 31 をマイクロコンピュータを用いて構成することも可能であることはもちろんである。

【0210】また、本実施例においても、各トランス 5、6 の二次側コイルに整流用のダイオードを接続すれ

ば、各トランス 5、6 の一次側に付与する電圧を比較的 low 周波数 (例えば 20～30 kHz) の交流電圧としてもよい。

【0211】ところで、以上説明した各実施例においては、前記正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に生ぜしめる微小変動を指数関数的微小変動とし、前記 (3)'、

(5)' 式に従って電流 I_a 、 I_b の時間的変化率 dI_a / dt 、 dI_b / dt により直接的に正側有効除電電流 I_{1+} 及び正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出するようにしたが、上記微小変動を他の種類の微小変動とし、前記 (3)、(5) 式における高電圧 V_+ とその時間的変化率 dV_+ / dt との比の値 K_+ を用いて正側有効除電電流 I_{1+} 及び正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出することも可能である。次に、このような検出を行う本発明の実施例を図 8 及び図 9 を参照して説明する。図 8 は本実施例の除電装置の回路構成図、図 9 は本実施例の除電装置の作動を説明するための線図である。

【0212】尚、本実施例においては、本発明の第 1 の態様と対応して、前記図 1 及び図 5 の除電装置と同じ接続構成でもって外部接地用抵抗等を備えており、ここでは、それらの抵抗の図示を省略する。また、図 5 の除電装置のものと同一構成のものについては同一の参照符号を付して説明する。

【0213】図 8 において、本実施例の除電装置は、図 5 の除電装置と同様に放電電極 1、2 と、高電圧生成回路 3、4 と、トランス 5、6 と、筐体 7 と、放電電流検出手段 29、30 と、有効電流差分検出手段 17 と、電極・筐体間無効電流差分検出手段 19 と、微分器 (微分手段) 18、20 と、第 2 の有効除電電流検出手段 26 と、第 2 の電極・筐体間無効電流検出手段 27 と、電極間無効電流検出手段 31 と、負側高電圧制御手段 22 と、設定手段 23、24 と、警報手段 32～36 を備えている。これらの構成は図 5 の除電装置のものと全く同一であり、ここではその詳細な説明は省略する。

【0214】一方、本実施例の除電装置は、図 5 の除電装置のものと異なる構成の第 1 の有効除電電流検出手段 96、第 1 の電極・筐体間無効電流検出手段 97 及び正側高電圧制御手段 98 を備え、さらに、前記 (3)、

(5) 式における高電圧 V_+ とその時間的変化率 dV_+ / dt との比の値 K_+ を求める演算手段 99 を備えている。

【0215】正側高電圧制御手段 98 は、後述するように有効除電電流検出手段 96 から与えられる正側有効除電電流 I_{1+} の検出値と前記設定手段 23 により与えられる設定値とを比較する比較器 (比較手段) 51 と、該比較器 51 の出力から正側高電圧指示値信号 V_{C1+} を生成する正側指示値生成手段 52 と、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に微小変動を生ぜしめてなる正側高電圧指示値信号 V_{C2+} を生成する指示値加工手段 100 と、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} のレベルを高電圧生成回路 3 に適合

するレベルに補正する加算器54とを備えている。ここで、比較器51、正側指示値生成手段52及び加算器54は図5の除電装置のものと同一構成であり、正側指示値生成手段52は抵抗55及びコンデンサ56から成る時定数回路により構成されている。従って、正側指示値生成手段52により生成される正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルは、図5の除電装置と同様に、正側有効除電電流 I_{1+} がその設定値に一致するように緩やかに増減するものとなる。

【0216】指示値加工手段100は、正弦波信号を生成する正弦波発生回路101と、正側指示値生成手段52により生成された正側高電圧指示値信号 V_{C1+} と正弦波発生回路101の出力とを入力とする上下限判定器102と、上下限判定器102の出力をサンプル/ホールド信号として正弦波発生回路101の出力をサンプルホールドするサンプルホールド器103とにより構成され、正弦波発生回路101は、正側指示値生成手段52の時定数に較べて充分短い周期でもって正弦波信号を生成する。

【0217】上下限判定器102は、正弦波信号のレベルが正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルに対して所定の上限値及び下限値を越える毎にホールド信号をサンプルホールド器103に出力するものであり、これにより、サンプルホールド器103からは、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルが略一定とみなせる微小時間内において図9に示すような信号 V_{C2+} が出力される。従って、前記上限値及び下限値の巾を正側高電圧指示値信号 V_{C1+} のレベルに較べて充分小さなものに設定しておくことで、該信号 V_{C2+} は、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に微小変動を繰り返し生ぜしめた形の正側高電圧指示値信号 V_{C2+} となり、これが図5の除電装置と同様に前記加算器54を介して正側高電圧生成回路3に付与される。そして、該高電圧生成回路3は、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} に比例したレベルの高電圧 V_+ を放電電極1に付与する。

【0218】前記演算手段99は、サンプルホールド器103から得られる正側高電圧指示値信号 V_{C2+} を平滑化するフィルタ104と、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} を微分する微分器105と、該微分器105の出力を入力とする正のピークホールド器106と、フィルタ104及びピークホールド器106の出力信号のレベルの比を求める割算器107とにより構成され、ピークホールド器106は、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} が微小減少する時間 T （図9参照）における正側高電圧指示値信号 V_{C2+} の時間的変化率、すなわち高電圧 V_+ の時間的変化率 dV_+/dt に相当するレベルの電圧信号を割算器107に出力する。そして、フィルタ104は、高電圧 V_+ の平均レベルに相当する正側高電圧指示値信号 V_{C2+} の平均レベルを割算器107に出力する。

【0219】これにより割算器107は、微小時間 T 内

における高電圧 V_+ とその時間的変化率 dV_+/dt との比の値 K_+ を示すレベルの電圧信号 V_{K+} を生成し、該比の値 K_+ が得られることとなる。

【0220】前記第1の有効除電電流検出手段96は、前記微分器18の出力を入力とするピークホールド器108と、該ピークホールド器108の出力及び前記割算器107の出力を乗算する乗算器109とにより構成され、ピークホールド器108は、前記図5の除電装置の場合と同様に、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} が微小減少する時間 T （図9参照）における電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt に相当するレベルの電圧信号を乗算器109に出力する。

【0221】これにより、乗算器109は、前記(3)式に従って、正側有効除電電流 I_{1+} を検出し、その検出値を示すレベルの電圧信号 V_{1+} を高電圧制御手段98の比較器51等に出力する。

【0222】これと同様に、前記第1の電極・筐体間無効電流検出手段97は、微分器20の出力側に設けられたピークホールド器110と乗算器111とにより構成され、乗算器111から、前記(5)式に従って、正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} の検出値を示す電圧信号 V_{2+} を警報手段34等に出力する構成としている。

【0223】このように、本実施例の除電装置においては、正側高電圧指示値信号 V_{C2+} の微小変動を指数関数的微小変動とせず、前記比の値 K_+ を求めることで、前記(3)、(5)式に従って正側有効除電電流 I_{1+} 及び正側電極・筐体間無効電流 I_{2+} を検出することができる。そして、それらの検出値から、前記図5の除電装置と全く同様にして負側有効除電電流 I_{1-} や、負側電極・筐体間無効電流 I_{2-} 、電極間無効電流 I_3 が検出され、従って、イオンバランスの制御や放電状態の監視等を図5の除電装置の場合と同様に行うことができる。

【0224】尚、本実施例においては、本発明の第1の態様に対応させて説明したが、例えば本発明の第2の態様に対応する図7の実施例においても本実施例と同様の構成を適用することができる。この場合には、本実施例における放電電流検出手段29、30、有効電流差分検出手段17及び電極・筐体間無効電流差分検出手段19に代えて、図7の実施例における放電電流検出手段82、83、有効電流差分検出手段80及び電極・筐体間無効電流差分検出手段81を備えればよい。

【0225】また、本実施例においては、正側の比の値 K_+ を求める場合について説明したが、負側の高電圧 V_+ に微小変動を生ぜしめて、負側の比の値 K_- を求める場合も同様に行うことができる。

【0226】また、本実施例においては、正側高電圧指示値信号 V_{C1+} に微小変動を生ぜしめるために、正弦波信号を用いたが、これに限らず、三角波やのこぎり波等、各種の波形信号を用いることができる。

【0227】また、本実施例においては、筐体7が導電

材料からなる場合について説明したが、前記図5や図7の除電装置の場合と同様に、筐体7が絶縁材料からなる場合においても本実施例と同様の除電装置を構成することができ、さらに、図5や図7の除電装置において説明したような各種の変形態様が可能である。

【0228】

【発明の効果】上記の説明から明らかなように、本発明によれば、筐体の材質が導電材料及び絶縁材料のいずれであっても、外部接地用抵抗等を適切に接続すると共に、前記(1)，(2)の関係を微小時間づつ満たすように各高電圧生成回路から各放電電極に付与する高電圧 V_+ ， V_- を制御することで、各放電電極に流れる放電電流のうち、除電に寄与する正負のイオンを生成する正側及び負側有効除電電流を簡単な構成で検出することができ、従って、各有効除電電流を制御することで、除電に寄与する正負のイオンの生成を制御することができる。そして、各有効除電電流は、その総量が検出されるので、その検出を確実に行うことができ、従って、除電に寄与する正負のイオンの総生成量を確実に所望通りに制御することができる。

【0229】さらに、筐体接地用抵抗等を適切に接続することで、筐体が導電材料であるか絶縁材料であるかに応じて、各電極・筐体間無効電流や電極間無効電流をも簡単な構成で検出することができ、それらの検出を行うことで、放電状態の良否等、除電装置の作動状態を適切に監視することができる。

【0230】また、各高電圧生成回路の制御に際しては、各高電圧 V_+ ， V_- の値を指示する各高電圧指示値を前記微小時間を含む小時間内において略一定となるように生成すると共に、一方の高電圧指示値に前記微小時間内において微小変動を生ぜしめることで、比較的簡単な構成で前記(1)，(2)の関係を満たすように各高電圧 V_+ ， V_- を制御することができ、従って、前述の効果を奏する除電装置を簡単に構成することができる。

【0231】特に、前記微小変動を指数関数的微小変動とすることで、外部接地用抵抗の電圧から検出される両有効除電電流の差分の電流 I_a の時間的変化率 dI_a/dt を求めれば、その時間的変化率 dI_a/dt により

直接的に一方の有効除電電流を検出することができ、各有効除電電流を検出するための構成を極めて簡単なものとすることができる。また、そのような指数関数的微小変動は、抵抗及びコンデンサからなる極めて簡単な時定数回路を用いて構成することができる。従って、前述の効果を奏する除電装置を簡単且つ安価な構成で提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の態様の基本原理を説明するための説明図。

【図2】本発明の第2の態様の基本原理を説明するための説明図。

【図3】本発明の第3の態様の基本原理を説明するための説明図。

【図4】本発明の第4の態様の基本原理を説明するための説明図。

【図5】本発明の第1の態様の一実施例の除電装置の回路構成図。

【図6】図5の除電装置の作動を説明するための線図。

【図7】本発明の第2の態様の一実施例の除電装置の回路構成図。

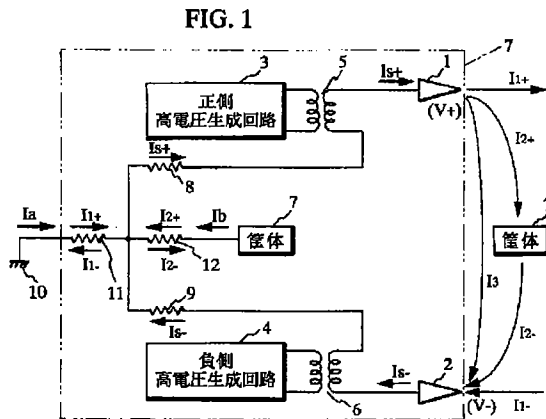
【図8】本発明の第1の態様の他の実施例の除電装置の回路構成図。

【図9】図8の除電装置の作動を説明するための線図。

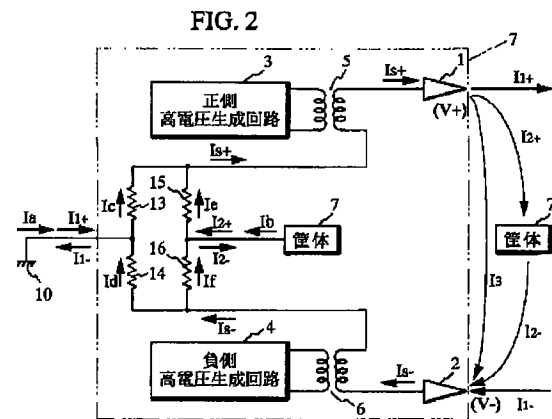
【符号の説明】

1，2…放電電極、3，4…高電圧生成回路、5，6…トランス、7…筐体、10…外部接地部、11，13，14…外部接地用抵抗、12，15，16…筐体接地用抵抗、17，80…有効電流差分検出手段、18…第1の微分手段、19，81…電極・筐体間無効電流差分検出手段、20…第2の微分手段、21，22，98…高電圧制御手段、25，96…第1の有効除電電流検出手段、26…第2の有効除電電流検出手段、27，97…第1の電極・筐体間無効電流検出手段、28…第2の電極・筐体間無効電流検出手段、29，30，82，83…放電電流検出手段、31…電極間無効電流検出手段、46，52…指示値生成手段、53，100…指示値加工手段、58…抵抗、59…コンデンサ。

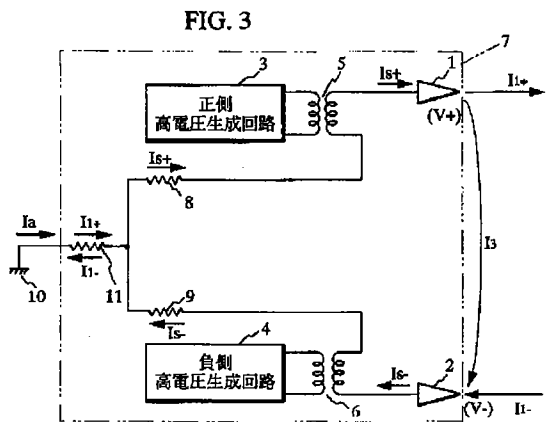
【圖 1】



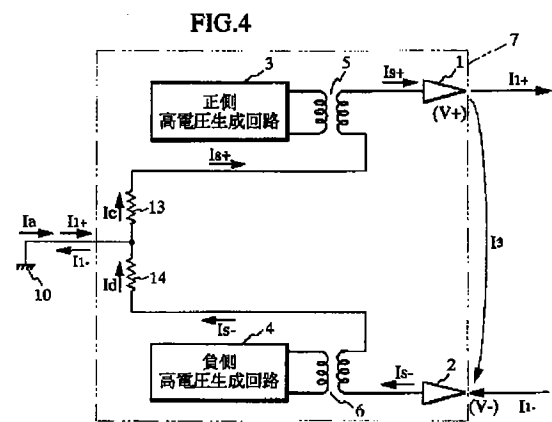
【圖 2】



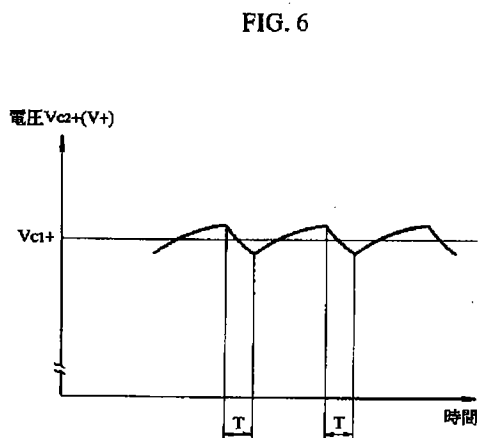
【圖 3】



【圖 4】



【圖 6】



【圖 9】

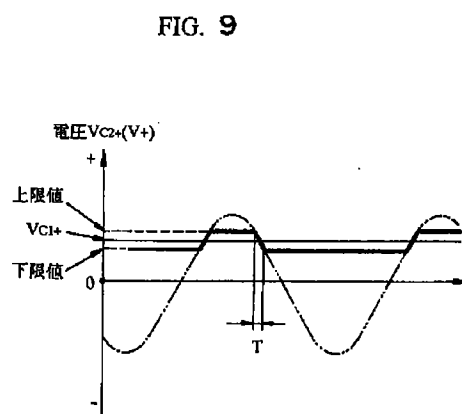
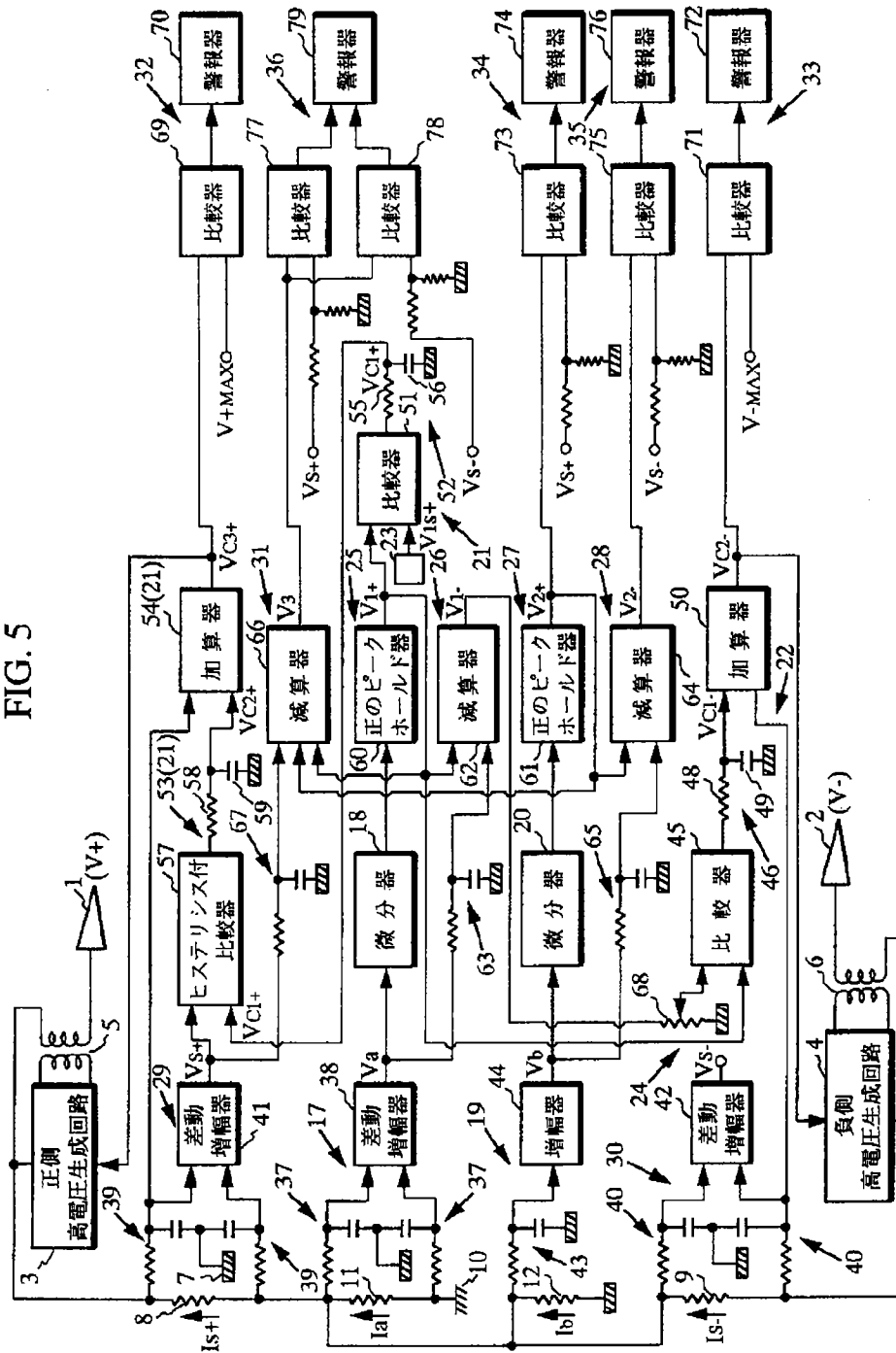


FIG. 5



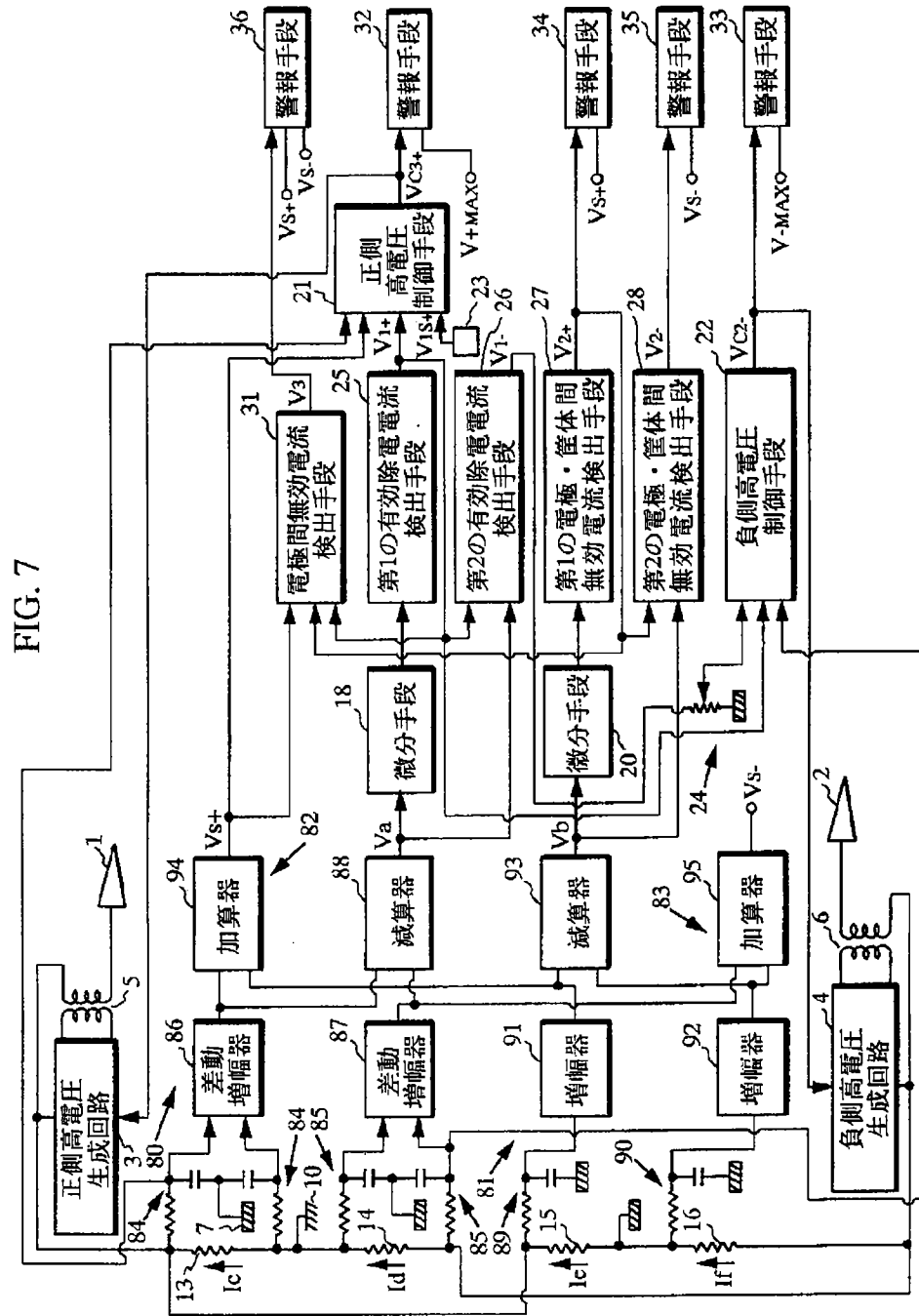


FIG. 8

